BOLETÍN INIA – Nº 202 ISSN 0717-4829

Ministerio de Agricultura
INIA

Polinización y Manejo del AVELLANO EUROPEO

Autor:
Dr. Miguel Ellena D.

Ministerio de Agricultura
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Carillanca

Temuco. 2010.

Director Regional INIA Carillanca
Dr. Fernando Ortega K.

Autor:
Miguel Ellena D.; Ing. Agrónomo Dr.

Comité Editor:
Lilian Avendaño F.; Periodista, Lic. en Comunicación Social

Boletín INIA Nº 202
ISSN: 0717-4829

Ellena, M. 2010 Polinización y Manejo de Avellano Europeo.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA),
Centro Regional Carillanca. Km. 10 Camino Cajón Vilcún. (56-45) 215706.

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin permiso
del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura.

Diseño y Diagramación
Ramón Navarrete Díaz - 45-221908

Impresión:
Imprenta Fenix

Cant. Ejemplares: 500

ÍNDICE

1. CICLO REPRODUCTIVO DEL AVELLANO EUROPEO

1.1. Descripción de órganos florales
1.1.2. Inducción y diferenciación floral
1.1.3 Floración
1.1.4. Polinización y fecundación
1.1.5. Autoincompatibilidad

2. MATERIAL VEGETAL A EMPLEAR EN EL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS

2.1. Elección y adquisición de árboles polinizantes previo a la plantación
2.2. Variedades polinizadoras para los principales cultivares comerciales actualmente plantados en el país

3. ESTABLECIMIENTO DEL AVELLANO Y SUS VARIEDADES POLINIZADORAS

3.1. Elección del sitio de plantación
3.2. Preparación del terreno para la plantación
3.3. Fertilización de fondo o de base
3.4. Época de plantación
3.5. Manejo de los árboles antes de la plantación
3.6. Plantación
3.7. Densidad de plantación
3.8. Marco de plantación
3.8.1 Evolución de los marcos de plantación
3.9. Trazado de plantación
3.10. Distribución espacial de los cultivares polinizadores en el huerto

4. MANEJO AGRONÓMICO DE LOS CULTIVARES POLINIZANTES DURANTE LA FASE DE POST–PLANTACIÓN.

4.1. Poda

4.1.1. Poda de formación
4.1.2. Poda de mantenimiento
4.1.3 Poda de fructificación en árboles adultos
4.1.4. Eliminación de hijuelos o sierpes

4.2. Fertilización

4.2.1. Fertilización Mineral
4.2.2 Diagnóstico y fertilización foliar
4.2.3 Diagnóstico foliar
4.2.4 Fertilización Foliar

4.3. Riego

4.4. Laboreo del Suelo

4.5. Protección del Cultivo

4.5.1. Prevención de enfermedades
4.5.2. Prevención y control de plagas
4.5.3. Protección del viento

5. NUEVAS TECNOLOGÍAS DE POLINIZACIÓN

5.1. Polinización asistida o suplementaria

5.1.1. Recolección y conservación del polen

6. CONCLUSIONES

7. GLOSARIO

8. BIBLIOGRAFÍA

PRÓLOGO

En Chile, el cultivo del avellano europeo ha experimentado un desarrollo notable durante los últimos 6 años. El establecimiento de huertos se ha incrementado en forma sostenible, superando actualmente las 10 mil ha. plantadas y el interés de los productores por establecer nuevos huertos es creciente.

Actualmente, el país es líder a nivel del Hemisferio Sur en producción de avellanas y en los próximos años, Dios mediante se transformará en uno de los principales productores del mundo. Probablemente, podría alcanzar el tercer lugar después de Italia, desplazando a España que hoy ocupa este lugar. Lo anterior, por una alta demanda por parte del mercado, especialmente de la industria chocolatera y en menor consumo para consumo de mesa.

Según antecedentes de expertos y de la industria, Turquía tiene pensado arrancar alrededor de 200 mil hectáreas marginales de avellano. Esto significa abrir una gran posibilidad para Chile, transformándonos en una potencia productiva importante a nivel mundial.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), a través del Centro Regional Carillanca, en Temuco, localidad de general López, comuna de Vilcún, al fomentar el desarrollo de la fruticultura regional en los últimos años, ha tenido como principal objetivo generar información para la zona sur mediante la investigación aplicada. Un trabajo iniciado, en la década del 80 y mantenido hasta la fecha, ha significado la búsqueda de nuevas alternativas frutícolas con adaptabilidad a las especiales condiciones agroecológicas de la zona. Entre éstas destaca el avellano, especie introducida al país por inmigrantes europeos, que en los últimos 4-6 años ha despertado un gran interés por parte de los agricultores de la zona e inversionistas a interesarse por este rubro. Lo anterior, porque existe una demanda creciente por avellanas por parte de la industria agroalimentaria, en particular para elaboración de chocolates, helados, cremas y confites.

INIA Carillanca, ha ejecutado el proyecto "Programa de mejoramiento y difusión de tecnologías de polinización del Avellano Europeo, para aumentar la productividad del cultivo en el sur de Chile" con fondos de INNOVA CORFO, productores asociados y propios, lo que ha permitido generar valiosa información para mejorar la polinización y cuaja del avellano bajo las condiciones climáticas del sur de Chile. Estos conocimientos se han traspasado a los productores de avellana a través de actividades programadas en el proyecto anteriormente señalado como: unidades demostrativas, seminarios, misiones tecnológicas, pasantía, traídas de expertos internacionales, video, talleres y manual técnico de polinización.

La presente publicación aborda tópicos como: ciclo reproductivo del avellano, material vegetal, establecimiento del avellano y sus cultivares polinizadores, manejo agronómico de los polinizantes durante la fase de post plantación y nuevas tecnologías de polinización.

Estos antecedentes técnicos serán de gran utilidad para los productores, inversionistas, profesionales del agro y asesores privados. Ellos contribuirán al mejoramiento de la producción y calidad del rubro en Chile, particularmente para la zona centro sur y sur del país.

Por otra parte, los trabajos de investigación realizados por INIA Carillanca asociado a universidades extranjeras, productores innovadores y nuevos emprendedores están contribuyendo, en parte al desarrollo comercial de este rubro en la zona sur del país.

Lo anteriormente señalado, indica la importancia de contar con programas de investigación y transferencia de resultados y nuevos conocimientos para la naciente industria del avellano en Chile. Estos estudios deben ser permanentes en el tiempo con el fin de poder incorporar nuevas tecnologías y con ello permitir la competitividad del rubro.

Miguel Ellena D.
Especialista de Frutales
INIA Carillanca

INTRODUCCIÓN

El avellano (*Corylus avellana L*), junto con otros frutos de nuez, como nogal y almendro, es uno de los cultivos más antiguos del mundo para la producción de fruta seca. Árbol originario de Mesopotania, área geográfica del actual Irán, Irak y Turquía. Esta especie, vive y fructifica al estado selvático en toda Europa, en particular sobre colinas y sectores de pendientes en cerros y a lo largo de senderos y riachuelos. Los frutos de esta especie fueron utilizados por el hombre desde fines del periodo glacial, es decir, mucho antes del olivo y la vid.

En Chile, las especies de frutos de nuez presentan un interesante potencial de cultivo. El avellano europeo se introdujo al sur del país por inmigrantes de origen europeo para satisfacer sus particulares hábitos de alimentación, alcanzando actualmente sobre las 10 mil ha cultivadas entre la Región del Maule y la Región de Los Lagos.

El avellano es una especie importante para un basto territorio nacional desde la zona centro sur hasta la zona sur de Chile y representa un cultivo clave, como alternativa y complemento productivo a rubros como cereales, ganadería, lechería y forestal, en esta zona del país.

El interés por el cultivo del avellano en la zona sur se demuestra por el incremento de la superficie establecida en las regiones de La Araucanía y los Lagos con alrededor de 3 mil ha plantadas. La mayor parte de los huertos se encuentran en fase de formación (1 a 4 años) y sólo un bajo porcentaje de ellos está en etapa de producción, no alcanzando aún su máximo nivel productivo que se puede lograr al décimo año de establecido el cultivo, de acuerdo a antecedentes de huertos experimentales del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Quilamapu y Carillanca) y huertos comerciales de la zona centro sur de Chile (Maule).

La variedad de referencia es Barcelona que ha presentado una buena adaptabilidad a diferentes condiciones agroecológicas de esta zona, con aptitud principalmente para mesa o snack con un importante mercado en Estados Unidos. En las últimas temporadas se ha comenzado a establecer la variedad italiana Tonda di Giffoni con excelentes características para la industria del chocolate y elaboración de otros productos alimenticios de alta calidad, presenta buen peso, forma redondeada, rendimiento medio al descascarado, óptima remoción del epispermo (película que envuelve la semilla), alto contenido en antioxidante, brotación precoz, buen gusto y aroma, productividad medio a buena y maduración tardía.

INIA Carillanca, en asociación con productores innovadores de las regiones de La Araucanía y Los Lagos se encuentra evaluando el comportamiento agronómico de otras variedades y ecotipos locales, bajo diferentes condiciones agroecológicas. De este modo, en un futuro próximo se pretende establecer un convenio de investigación con la empresa privada, a objeto de estudiar la respuesta productiva y calidad de fruta de nuevas variedades emergentes introducidas desde Estados Unidos. Estas se caracterizan por presentar una elevada eficiencia productiva y alta calidad de su fruta, en su origen.

Contar con una mayor cantidad de variedades, significaría asegurar a los productores un margen adecuada de producción, dado que este frutal es muy dependiente de las condiciones climáticas de la temporada.

1. CICLO REPRODUCTIVO DEL AVELLANO EUROPEO

1.1 Descripción de los órganos florales.

El avellano europeo es una especie monoica, es decir, en el mismo árbol tiene flores masculinas y femeninas agrupadas cada una de ellas en inflorescencias. No obstante, lo anterior, presenta autoesterilidad y dicogamia, con falta de sincronización entre la liberación del polen y la receptividad del estigma en la misma variedad. Esto hace estrictamente necesario la asociación con variedades polinizantes para lograr rendimientos satisfactorios. Por ello, se deben establecer en un mismo huerto diversas variedades genéticamente compatibles y que florezcan de manera simultánea.

Las flores masculinas están dispuestas en amentos cilíndricos, de 4 a 6 cm de longitud, colgantes, amarillentos y ubicados hacia la parte externa del ramo. Los amentos con su conformación y disposición péndula, facilitan la dispersión del polen en el aire. Cada flor masculina tiene una escama trilobulada, en cuya cara interna se insertan los estambres en número de unos 8 y sin resto de pistilo. Las escamas son algodonosas, de color verde claro y terminadas en punta (acuminado). Los amentos están constituidos por muchas flores masculinas apétalas (sin perianto), que oscilan entre 130 a 260. La yema que da origen a la inflorescencia es simple, lateral, y aparece en las axilas de las hojas en pleno verano, pero madura durante el otoño e invierno sucesivo. Cada uno de los amentos, produce casi un millón de granos de polen de pequeñas dimensiones (24 -40 um) que son transportados por el viento hacia los árboles circundantes, llegando a las flores femeninas (estigmas) (Foto1) .

Las flores femeninas se encuentran agrupadas en la terminación de las ramillas laterales, en número de 1-5, formando glomérulos escamosos de los que sobresalen los estigmas rojizos, dos por cada pistilo. Los glomérulos son yemas mixtas formadas por una parte basal vegetativa y de una parte fértil situada al extremo y formada por 4 brácteas, que poseen en sus axilas dos flores femeninas desprovistas de pétalos. Están ubicadas hacia la zona

apical de las ramillas o brotes laterales del año en ramas de una temporada. Tienen aspecto muy semejante a las yemas vegetativas. En invierno se reconocen al momento de la floración, cuando en sus extremos aparecen los estigmas de color rojo vivo como se mencionó anteriormente. El glomérulo esta constituido por un conjunto de 8 flores femeninas. Cada una de ellas consta de dos estilos que presentan una superficie estigmática muy desarrollada. De acuerdo a la posición que ocupan en la ramilla se pueden distinguir dos tipos de glomérulos: los que se encuentran insertos en la misma rama y los que se ubican al pie del amento. Normalmente, estos últimos son más pequeños y fructifican menos. (Foto 2).

Cabe destacar, que estos órganos en el periodo de antesis durante el transcurso de la polinización (mediados de junio - fines de agosto) no presentan trazas de corola y ovarios. Lo anterior, se debe a que los óvulos se forman posteriormente entre fines de septiembre y fines de octubre. En relación a los sacos embrionales, estos están dispuestos entre mediados de noviembre y mediados de diciembre en la zona sur de Chile.

Foto 1. *Amento o flor masculina en fase de emisión de polen.*

Foto 2. *Glomérulo o flor femenina en plena receptividad de polen.*

1.1.2. Inducción y diferenciación floral

La inducción floral se produce en los meses de diciembre –enero y está relacionada a las sustancias hormonales elaboradas por las hojas. La floración se produce al invierno siguiente.

La inducción floral masculina se inicia a fines de diciembre, principio de enero. A mediados de enero los amentos ya se aprecian a la base de las hojas, mientras la organización morfológica se desarrolla durante los meses de enero y febrero. La formación de los granos de polen tiene lugar en marzo, aproximadamente en la segunda quincena de este mes se pueden apreciar los estambres. Desde este momento, los amentos han adquirido una longitud de 2-3 cm, evolucionando muy lentamente hasta a la floración, que dependiendo de las variedades, se evidencia 4 a 5 meses más tarde (Rovira y Tous, 1997).

La inducción floral femenina se produce normalmente más tarde que la masculina, desde enero, principios de febrero. No obstante, lo anterior, en algunas variedades, dependiendo de las temperaturas existentes, puede preceder la masculina. Se puede producir una buena inducción floral femenina, si las ramas del árbol tienen una buena iluminación y una longitud de unos 15 cm, en particular en brotes de 20-23 cm y con una adecuada reserva de nutrientes. La organización fisiológica de los glomérulos prosigue durante el mes de febrero, marzo y abril. Todas las flores están completamente formadas a principios del mes de mayo.

1.1.3. Floración

El reposo invernal de las flores del avellano europeo comienza en marzo y tiene una duración de 2,3 o 4 meses dependiendo de las variedades. Estos órganos pueden de nuevo evolucionar e iniciar la floración, si ocurre un periodo de frío. Las necesidades de frío, en general oscilan entre las 350 - 600 horas de frío (temperaturas inferiores a 7ºC) para las flores masculinas y entre 600 – 800 para las femeninas.

Las floraciones dentro de un mismo árbol se producen en forma escalonada. No todos los amentos ni todos los glomérulos llegan al mismo tiempo a plena floración. En la Figura 1, se muestran los estados fenológicos del avellano.

En la mayoría de los cultivares de avellano las floraciones masculinas y femeninas no coinciden en el tiempo, este fenómeno se denomina dicogamia.

La cantidad de flores masculinas y femeninas está relacionado con los siguientes factores: genotipo, longitud de brotes de un año mayor de 15 cm, buena penetración de luz (marco de plantación), máxima superficie foliar, mínimos daños en las hojas por plagas y enfermedades y buen estado nutricional.

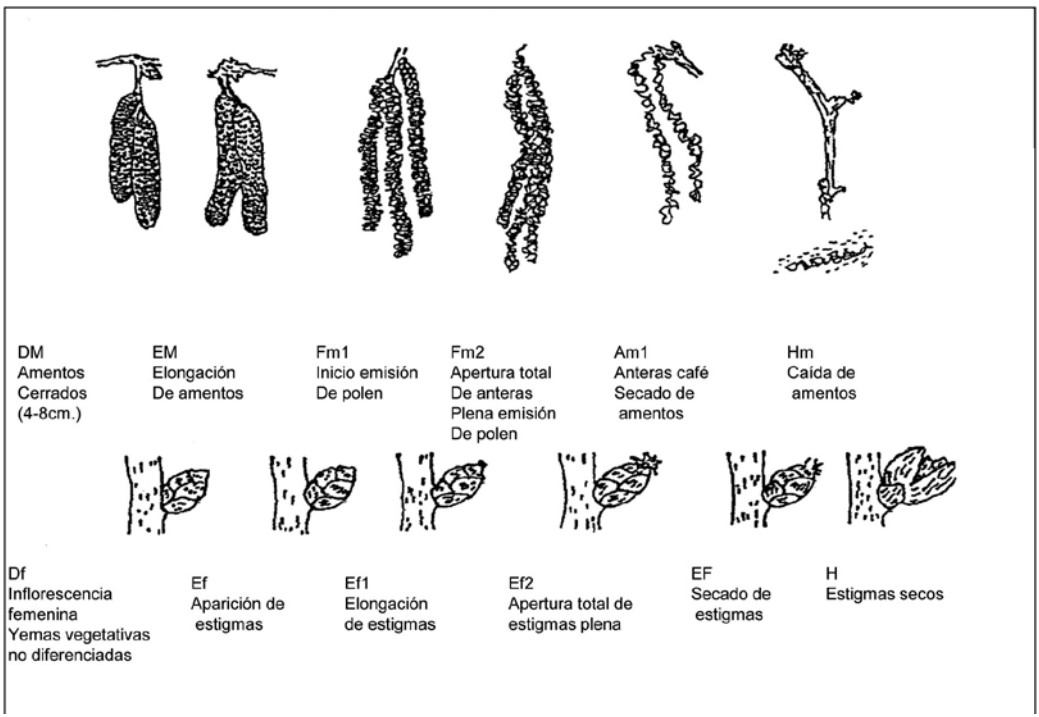


Figura 1. *Estados fenológicos del avellano. (Corylus avellana L.) Fuente: "Le noisetier"*

1.1.4. Polinización, fecundación y desarrollo del fruto.

Se denomina polinización al proceso de transporte o movilización del polen desde las anteras de las flores masculinas a los estigmas de las flores femeninas al momento de la antesis (plena floración). El polen del avellano, se caracteriza por ser de pequeño tamaño y muy liviano, facilitando su transporte a grandes distancias a través del viento (polinización anemófila).

La polinización de esta especie frutal ocurre en invierno, durante un período en que las condiciones ambientales no son lo más favorable para el desarrollo biológico del proceso. Sin embargo, el avellano está muy bien adaptado para realizar ésto. La emisión del polen se produce en alrededor de una semana. Este cultivo presenta gran resistencia al frío, en particular de las flores femeninas que pueden soportar hasta menos 10ºC sin ser afectadas, mientras que las masculinas pueden llegar a tolerar hasta -16ºC cuando se encuentran en desarrollo y hasta -7ºC durante plena floración. Las flores femeninas tienen una gran superficie estigmática (elevada capacidad de retener gran cantidad de granos de polen). El tiempo de receptividad es de aproximadamente un mes y la cantidad de granos de polen, permite que ocurra la polinización. Determinadas condiciones ambientales como: vientos frecuentes en la época de antesis, inexistencia de nieblas y lluvias, tiempo seco y días serenos y temperaturas suaves después de la polinización favorecen este proceso.

En términos generales, la mayoría de los cultivares, tienen un elevado porcentaje de polen viable (70-80%). Sin embargo, algunas variedades presentan una translocación heterozigótica a nivel de un cromosoma por causas genéticas. Lo anterior, reduce el porcentaje de polen viable. No obstante, lo anterior, una pequeña cantidad de granos de polen que lleguen a la superficie estigmática germina y se inicia sucesivamente el crecimiento del tubo polínico a través de los tejidos de los estilos en dirección a los ovarios. Su crecimiento es muy rápido, en 4 o 8 días llegan a la base del estilo

Tubo polínico

Los granos de polen transportados por el viento a los estigmas germinan emitiendo un tubo polínico, desarrollados al interior de los tejidos del estilo. La germinación de los granos de polen se puede producir en 2 -3 días, alcanzando la base del pistilo, donde se desarrolla el ovario. En la germinación del grano de polen influyen positivamente los iones Ca++ y la cantidad de polen captado por los estigmas. Este fenómeno es conocido como "efecto masa" y se traduce en el hecho que la germinación y la velocidad de crecimiento de los tubos germinativos se incrementan al aumentar también la densidad de granos que haya en los estigmas. El mecanismo bioquímico de la germinación es bastante complejo y prevé la liberación, por parte de la membrana de cada grano de polen, de proteínas que actúan en muy poco tiempo y la síntesis de otras proteínas y de ácidos nucleícos que intervienen, algunas veces, consecutivamente. El polen una vez llegado al estigma se hidrata y libera las denominadas "proteínas de reconocimiento" del tipo del estigma en el que está retenido. Un papel fundamental en el proceso germinativo es el que representan las auxinas (de las que el polen es muy rico) y otros reguladores del crecimiento, entre los que destacan en particular las poliaminas (putrescina, espermitina, espermidina).

El tubo polínico se forma durante el invierno. Este queda en estado de latencia y se encuentra protegido en la yema, activándose recién durante la primavera, esperando que se formen los óvulos para ser fecundados. El proceso fecundativo se desarrolla por ello en dos tiempos: al principio los granos de polen, retenidos en los estigmas, germinan y llegan con sus tubos polínicos a la base de los estilos. Posteriormente, una vez terminada la macroesporogenesis, se produce la gamia. Cabe destacar, que entre el período de la polinización y la fecundación transcurren alrededor de cuatro a cinco meses. La fecundación se produce desde fines de noviembre a mediados de enero, período en que las condiciones climáticas son más favorables. El núcleo generativo del polen se "funde" con la ovocélula para originar el embrión, mientras el núcleo vegetativo se une al núcleo secundario para desarrollar el endosperma. Una vez fecundados los óvulos se inicia su desarrollo. Al principio, durante las primeras 3-5 semanas después de la fecundación, la evolución del embrión es lenta. El crecimiento del fruto y lignificación del endocarpio (cáscara) se produce entre fines de enero y principios de febrero. Posteriormente, el embrión evoluciona con rapidez, alcanzando

su volumen definitivo en aproximadamente 2 a 3 semanas, entre mediados de febrero y principios de marzo dependiendo de la variedad. Inicialmente, los tejidos son ricos en agua, el incremento de materia seca es gradual y constante hasta la cosecha. Los frutos maduros caen desprendiéndose del involucro y están constituidos por un 50 -60% de cáscara, un 40 – 50% de semilla, dependiendo de la variedad y de los manejos culturales.

El fruto del avellano corresponde a un aquenio de diferentes formas, redondo en algunas variedades, como es el caso de Tonda de Giffoni, y alargado como Daviana. El fruto puede ser único o reunido en infrutecencias, es decir, se presentan en grupos de 2, 3 o más frutos.

1.1.5.Autoincompatibilidad

La mayor parte de las variedades de avellano son autoincompatibles: el polen de una variedad no puede fecundar a las flores femeninas de la misma variedad. La causa de este fenómeno es de origen genético, controlado por una serie de alelos de un gen denominado S de esterilidad (Mehlenbacher, 1997. En la práctica, la autoincompatibilidad se produce cuando los granos de polen y los tejidos del estilo de un cultivar son portadores de los mismos alelos de incompatibilidad. Por ello, como se menciona posteriormente, se recomienda la presencia de más de un cultivar polinizante genéticamente compatible que permita cubrir el período de floración femenina de la variedad principal (Heslop-Harrison, 1975).

La fecundación puede ser impedida u obstaculizada por diversos factores. La carencia de algunos elementos nutritivos, por ejemplo el boro o el calcio, pueden influir negativamente en la germinabilidad del polen. Una insuficiente disponibilidad de nitrógeno o estados de competencia nutricional pueden causar aborto de los ovarios, la falta de horas frío puede comportar también esterilidad debido a alteraciones en el curso de la formación de los órganos reproductivos. Por otro lado, las lluvias persistentes durante la floración pueden lavar los estigmas y provocar la muerte de los granos de polen por plasmóptisis. A los casos de esterilidad citados, todos dependientes de causas climáticas o de manejo agronómico, hay que señalar los debidos a causas genéticas. Como por ejemplo, la incopatibilidad entre variedades o autocompatibilidad.

2. MATERIAL VEGETAL A EMPLEAR EN ESTABLECIMIENTOS DE HUERTOS

2.1. Elección, adquisición y manejo de árboles polinizantes previo a la plantación.

En los últimos años, en Chile se han comercializado árboles de cultivares polinizantes de baja calidad, en particular con un pobre desarrollo radicular y escaso vigor vegetativo. Lo anterior, se ha traducido en escaso crecimiento de las plantas en los primeros años de establecido el cultivo y en una lenta superación de la fase juvenil, con el consiguiente retrazo en su entrada en la fase reproductiva. Esto, ha atrasado la entrada en producción de los huertos determinando un bajo rendimiento de éstos durante los primeros años por la escasa producción de amentos y por consiguiente de polen. Además, baja altura de los árboles que dificulta un buen traslado del polen desde las flores masculinas hacia los estigmas de la variedad comercial, en particular en la zona sur de Chile caracterizada por presentar lluvias, elevada humedad relativa y bajas temperaturas durante el periodo de floración masculina (liberación del polen). Por ello, se requiere contar con plantas bien desarrolladas, idealmente de 2 años de vivero o en su efecto realizar la recría en espacios pequeños, con adecuado manejo agronómico a objeto de establecer árboles con un buen desarrollo tanto de la parte aérea como radicular. Para la recría se recomienda elegir un suelo de buena calidad, profundo, fértil, sin problemas de anegamiento, disponibilidad de una fuente de agua cercana para realizar el riego, libre de plagas subterráneas, nemátodos y baja presión de malezas. Previo al establecimiento de los árboles, se recomienda efectuar un análisis de suelo completo y nematológico. Respecto al marco de plantación, se pueden utilizar distancias de 2m entre hileras por 30-40 cm sobre la hilera de plantación que permitan efectuar los manejos culturales y que las plantas dispongan de un espacio suficiente para alcanzar un buen desarrollo. Para la plantación, se sugiere realizar un surco para el establecimiento de las plantas. Este debe ser poco profundo debido a que el sistema radicular del avellano es relativamente superficial. El nivel del suelo debe estar máximo 5 a 8 cm sobre la primera corona de las raíces. En el fondo del surco, se recomienda incorporar fertilizantes como fósforo o de

lenta liberación (N-P-K) actualmente disponibles en el mercado, enmiendas como cal, idealmente magnésica y insecticidas de suelo que permitan prevenir el ataque de larvas de insectos como el burrito o cabrito, San Juan, entre otras. Las dosis de fertilizantes las debería calcular un especialista de acuerdo al análisis nutricional del suelo. Los fertilizantes se recomienda no ubicarlos en contacto directo con las raíces, sino en el fondo del surco y cubiertos con tierra para evitar la deshidratación o secado del sistema radicular por las sales presentes en estos productos, salvo en aquellos de lenta liberación. La fertilización al suelo se puede complementar con aplicaciones de productos foliares, especialmente para microelementos que se encuentren deficitarios. El avellano dispone de láminas foliares de gran superficie y tricomas ubicados en el envés o cara inferior de las hojas que facilitan la absorción de nutrientes vía foliar. En términos prácticos, posteriormente los árboles deberían ser plantados en el huerto a la misma profundidad en que se encontraban en el vivero.

Al momento de adquirir los árboles, estos han sido recién extraídos del vivero, por lo que su sistema radical no se encuentra aún completamente activo. Cabe destacar, la importancia de evitar daños en los árboles durante el traslado del material vegetal desde el vivero al campo. Se debe evitar el traslado de árboles en medios de transporte abiertos debido al alto riesgo de deshidratación y por consiguiente estrés que pueden sufrir las plantas. Se recomienda cubrirlas plantas con malla sombreadora y de preferencia colocarlas verticalmente con las raíces cubiertas en un sustrato húmedo como aserrín o turba.

Las características de un buen polinizante son:

1. **Compatibilidad fenotípica:** la floración masculina debe sobreponerse exactamente a la floración femenina (“overlappping”). Lo anterior, es una condición indispensable para lograr una adecuada polinización.
2. **Compatibilidad genética:** los factores de incompatibilidad no deben ser los mismos para el estigma y para el polen. La combinación del cultivar principal con la variedad polinizante puede ser compatible sólo cuando los factores de esterilidad del polen y del estigma son diferentes.

3. **Momento de cosecha:** la fecha de cosecha del cultivar polinizador no se debe atrasar o adelantar demasiado en relación a la variedad principal. Lo anterior, para evitar de realizar dos cosechas separadas para el cultivar principal y la polinizadora.
4. **Características o compatibilidad tecnológica:** la industria de transformación demanda frutos de tamaño medio-pequeño (11-13mm), forma redonda, fácil de pelar, menor porcentaje de fibra, buen aroma, etc, o frutos similares entre el polinizante y el cultivar principal. Por ejemplo, en un lote de Tonda di Giffoni que alcanza altos precios en el mercado, no debiera ir con mezcla de otros frutos de inferior calidad (Barcelona).

Adicionalmente, en relación al aspecto biológico, un polinizador debe producir abundante polen y con buena germinación. En el aspecto agronómico buena producción, calidad de fruta, idealmente la misma fecha o momento de cosecha de la variedad principal.

2.2. Variedades polinizantes para los principales cultivares comerciales actualmente plantados en el país.

Para el cultivar Barcelona o poblaciones similares de esta variedad ampliamente difundida y adaptada a diferentes áreas agroclimáticas desde la Región del Maule a Los Lagos se recomiendan las siguientes variedades y ecotipos polinizantes locales:

Daviana

Es un cultivar de origen inglés. El árbol presenta un vigor medio de crecimiento erecto, escasa productividad y baja emisión de sierpes. Su arquitectura erecta le permite alcanzar una buena dispersión del polen hacia las variedades vecinas a polinizar.

En relación a la época de floración masculina, este cultivar comienza la liberación del polen entre fines de julio a inicios de agosto, pudiéndose extender hasta fines del mes de agosto, dependiendo de las diferentes zonas agroecológicas plantadas con avellano en Chile. La época de floración fe-

menina (receptividad estigmática) comienza a inicios de agosto y se puede extender hasta fines de este mes. Presenta dicogamia, proteandrica, es decir que la flor masculina libera el polen antes que la flor femenina esté receptiva. La cosecha de las avellanas de esta variedad puede empezar a fines de febrero, extendiéndose hasta mediados de marzo dependiendo de las zonas y las condiciones climáticas de la temporada. Es una variedad que se clasifica como medio – tardía en relación a las demás variedades. Sin embargo, el fruto es de tipo alargado, color café claro, involucro corto, color, índice de redondez 0,71, dimensión 25 x 18,7 x17 (mm),peso de la avellana 2,62 (g), espesor de la cáscara delgado, dimensión de la semilla 18,8 x 1,5 x 10,0 (mm), peso semilla 1,30 (g), escaso grado de pelado o blanching, rendimiento al descascarado 49,6 (%), con características no apropiadas para la industria de transformación. No obstante, es interesante como polinizador para Barcelona por una buena producción de amentos, abundante polen y permite además cubrir bien el período final de floración femenina de Barcelona. (foto 3 y 4).

Foto 3. *Árbol de la variedad Daviana utilizado como polinizador para Barcelona, localidad de Huichahue, Región de La Araucanía.*

Foto 4. *Frutos de la variedad Daviana.*

Butler

Variedad de origen americano (Oregon), empleada como polinizante para el cultivar Barcelona. Es un árbol de vigor elevado, con hábito de crecimiento erecto, baja emisión de hijuelos, precoz entrada en producción. Presenta un fruto tipo oval, tamaño medio a grande, un porcentaje de nuez del 46-48% y productividad moderada para uso en cáscara. Esta variedad se puede polinizar con los cultivares Ennis, Merveille de Bollwiller. Ha presentado un buen comportamiento agronómico bajo las particulares condiciones agroclimáticas del sur de Chile. Experiencias extranjeras indican producciones buenas (sobre 2.000 kg/ha) y constancia en la producción (Turcu y Botu). Por otro lado, en campos de colección de avellano ubicados en los centros regionales de investigación Quilamapu y Carillanca de INIA, ubicados en Chillán y Temuco respectivamente, esta variedad ha presentado buena adaptabilidad, adecuada producción de polen y rendimientos constantes en el tiempo.

Foto 5. *Árbol de la variedad Butler y sus frutos, cultivar compatible como polinizante para la variedad Barcelona, localidad de Casa de Lata, provincia de Osorno, Región de Los Lagos.*

Trebizonda

Variedad de origen turco, sinónimo de Karidaty, el árbol presenta un bajo vigor, de crecimiento abierto y productividad media. Su bajo vigor permite densificar el cultivo (Foto 6). Sin embargo, su arquitectura extendida y escaso vigor dificulta la dispersión y receptividad del polen en las flores femeninas de la variedad Barcelona. La dispersión y transporte del polen hacia los árboles de la variedad a polinizar se puede facilitar mediante el uso de viento artificial con el turbo de un equipo nebulizador.

La floración masculina y femenina son intermedia y presenta dicogamia, proteandria – homógama. Los frutos tienen forma aplanada, color café claro, índice de redondez 1,15, dimensión 18,0 x 21,8 x 19,9 (mm), peso de la avellana 2,60 (g), espesor de la cáscara delgado, tamaño de la semilla 12,6 x 14,4 x 12,9 (mm), peso de la semilla 1,40 (g), elevado blanching o pelado. Los frutos de este cultivar son destinados para la industria y mesa. Los polinizantes para esta variedad son Tombul, Tonda Romana y Riccia di Talanico, presentes en Chile, en campos de colección de INIA, Centros Regionales de Quilamapu, Región del Bio –Bio y Carillanca, Región de La Araucanía.

Foto 6. *Árboles de la variedad Trebizonda y sus frutos, comuna de Renaico, provincia de Malleco, Región de La Araucanía.*

Halls Giant

Es un cultivar de origen alemán que libera una gran cantidad de polen en un período tardío a muy tardío. Lo anterior, permite polinizar al huerto de la variedad Barcelona en la última fase de la floración femenina. Este cultivar es relativamente poco productivo, se caracteriza por ser un árbol vigoroso. En relación al fruto presenta un porcentaje de semilla del 40 por ciento.

Foto 7. *Árbol y frutos de la variedad Hall Giant, Centro Regional de Investigación INIA Carillanca, comuna de Vilcún, provincia de Cautín, Región de La Araucanía.*

Verde

Ecotipo de avellano seleccionado en un huerto comercial ubicado en la Región del Maule. El árbol se caracteriza por presentar un vigor medio, buena capacidad de producción de flores masculinas (amentos) y liberación de polen. Presenta una menor capacidad productiva respecto al ecotipo Amarillo y es de hábito de crecimiento semi-recto, facilitando la dispersión del polen hacia la variedad principal a polinizar (Barcelona).

La liberación del polen de las flores masculinas (amentos) comienza a mediados de julio y se puede extender hasta mediados de agosto dependiendo del área de cultivo y de las condiciones climáticas. En relación a la floración femenina, en particular la receptividad del estigma, comienza a finales de

junio, llegando a extenderse hasta finales de julio y principios de agosto dependiendo de las zonas donde se ubican los sitios de plantación. La brotación es intermedia.

El fruto presenta una forma esferoidal, índice redondez 1,0, peso fruto 2,2 (g), tamaño 18,7 x 19,5 x 17,2 (mm), peso de semilla 2,2 (g), eliminación del perisperma bueno, rendimiento cáscara/semilla 41,4%.

Amarillo

Corresponde a un ecotipo de avellano seleccionado a nivel de un huerto comercial en la Región del Maule. Es un árbol de vigor medio, productivo y de hábito de crecimiento abierto, con buena producción de amentos y liberación de polen (foto 9). En relación a la floración masculina, la liberación del polen comienza a fines de junio, primera semana de julio y se puede prolongar hasta mediados de agosto dependiendo de las zonas donde se encuentren establecidos los árboles. Respecto a la floración femenina (receptividad estigmática) esta empieza a partir de la segunda quincena de junio, primera semana de julio, pudiéndose extender hacia fines de julio y primeros días de agosto. El carácter de la floración es homógama o dicógama, en esta última situación, protógina.

El árbol presenta una brotación intermedia. La recolección de las avellanas comienza los primeros días de febrero y se puede alargar el calendario de cosecha hasta fines de marzo dependiendo de las zonas de cultivo y de las condiciones climáticas de la temporada.

El fruto de este ecotipo es de forma esferoidal, índice de redondez 0,9, peso del fruto 2,1 (g), tamaño 18,5 x 18,3 x 16 (mm), peso semilla 1,1 (g), desprendimiento del perisperma o blanching buena, rendimiento al descascarado cáscara/semilla 49,3%. La fruta es para uso directo en mesa. (Foto 9).

Foto 9. *Árbol y frutos del ecotipo polinizante Amarillo.*

Azul

Corresponde a un ecotipo de avellano seleccionado en un huerto ubicado en la zona central de Chile, en la Región del Maule. Es un árbol de vigor medio, medianamente productivo y de hábito de crecimiento, con buena producción de amentos y liberación de polen (foto 10). En relación a la floración masculina, la liberación del polen comienza desde inicio de junio a fines de julio, y se puede extender hasta final de julio dependiendo de las condiciones climáticas de la temporada.

La cosecha de las avellanas comienza los primeros días de marzo y se puede alargar el calendario de cosecha hasta fines de abril dependiendo de las zonas de cultivo y de las condiciones climáticas .

El fruto es de tipo redondeado, peso del fruto (1,7 g), tamaño (1,7 mm), peso semilla (0,62 g), desprendimiento del perisperma o blanching es mediano, rendimiento al descascarado cáscara/semilla (48,2). La fruta es para uso directo e industrial

Foto 10. *Árbol y frutos del ecotipo polinizante azul*

Blanco

Ecotipo de avellano, selecionado en un huerto de la zona central de Chile, Región del Maule. Es un árbol de vigor medio, medianamente productivo y de hábito de crecimiento, con buena producción de amentos y liberación de polen. En relación a la floración masculina, la liberación del polen comienza desde finales de junio a finales de julio y puede llegar hasta inicio de agosto de acuerdo a la zona de cultivo y condiciones climáticas de la temporada.

La recolección de la fruta empieza a mediados o fines de marzo y se puede prolongar hasta abril de acuerdo a las zonas de ubicación de los huertos y de las condiciones climáticas de la temporada.

El fruto es de tipo redondeado, peso del fruto (1,6 g), tamaño (1,64 mm), peso semilla (0,61 g), desprendimiento del perisperma o blanching es mediano, rendimiento al descascarado cáscara/semilla (43.3).

Foto 11. *Árbol y frutos del ecotipo Blanco*

Rojo

Ecotipo local, seleccionado en la localidad de Gorbea Región de La Araucanía, el árbol presenta un bajo vigor, porte expandido y frutos pequeños sin valor comercial.

La floración masculina es tardía, durante la última fase de la floración femenina del cultivar Barcelona. Ello, permite cubrir adecuadamente el período final (agosto) de la receptividad de los estigmas de la variedad comercial. Por su arquitectura y bajo porte dificulta el transporte del polen desde los amentos hacia los estigmas de las flores femeninas de la variedad Barcelona. Sin embargo, se puede mejorar la dispersión del polen mediante el uso del turbo de un nebulizador.

Foto 12. *Árbol y frutos del ecotipo Rojo, comuna de Gorbea, Región de La Araucanía*

Cultivares polinizantes para la variedad Tonda di Giffoni

Barcelona

Variedad de origen desconocido, difundida en Estados Unidos (Oregon), Francia, Chile, en la zona centro sur y sur del país y en otros países. Cabe destacar, que Barcelona, se encuentra en la zona productora de avellanas desde varios años, estableciéndose desde Talca, Región del Maule hasta Osorno, Región de Los Rios. Este cultivar ha presentado un amplio rango de adaptación en diferentes condiciones pedoclimáticas, presentando rendimientos superiores a otras variedades evaluadas a nivel nacional (como promedio 3.000 k/ha, superando en algunos casos 4.000 k/ha).

Esta variedad presenta un gran vigor, de buena productividad. En relación a la floración masculina comienza la liberación del polen a finales del mes de mayo y se prolonga hasta los primeros días de julio. Las flores femeninas presentan receptividad estigmática desde la segunda quincena de junio y se puede prolongar desde mediados a fines de julio. Cabe destacar, que la variedad Tonda di Giffoni, cultivar a polinizar por la variedad Barcelona,

comienza la receptividad estigmática aproximadamente la primera semana de junio y se prolonga hasta más o menos finales de julio. Por ello, se requiere otro polinizante que permita cubrir adecuadamente la última fase del periodo receptivo de los estigmas de la cultivar Tonda di Giffoni. Respecto, a lo anterior se está evaluando la variedad Daviana compatible genéticamente con Tonda di Giffoni y además la liberación del polen ocurre entre fines de julio, principios y finales de agosto. Otras variedades compatibles son Tonda Gentile Romana, Tonda Gentile delle Langhe, Mortarella, Riccia di Talanico, Camponica, Coxford, de las cuales aún no se tienen antecedentes respecto a su comportamiento como variedades polinizadoras para Tonda di Giffoni bajo las condiciones agroecológicas de la zona sur de Chile.

***Foto13**. Árbol y frutos de la variedad Barcelona*

Camponica

Variedad de origen desconocido, cultivada en la zona sur de Italia. El árbol presenta vigor elevado con crecimiento cerrado y precocidad productiva intermedia. La floración masculina y femenina es muy precoz, con dicogamia: proteandrea. Sus principales polinizantes son Mortarella, Riccia di Talanico, Tonda Rossa y Tonda Bianca. La brotación es intermedia y la época de cosecha es temprana. En relación a las avellanas el número de frutos por grupo es en promedio de 3,4, longitud del involucro: alargado, forma globular, color marrón claro, índice de redondez 0,97, tamaño 19,2 x 20,2 x 17,2 (mm), peso 3,20 (g) y espesor de la cáscara delgada. Respecto a las características de la semilla: tamaño 14,6 x 14,6 x 12,7 (mm), peso 1,50 (g), rendimiento al

descascarado 46,8 (%), pelado del perisperma elevado. Este cultivar tiene aptitud para la industria y mesa y es muy productiva.

Tonda Gentile Romana

Variedad italiana, característica de la zona del Lazio y difundida también en Campania, Marche y Abruzzo. El árbol presenta un vigor medio, con precocidad productiva intermedia. En relación a la fenología, la floración masculina y femenina es tardía. Este cultivar es autoincompatible como la mayoría de las variedades de avellano. Sus principales polinizantes son: Nocchione, Mortarella, Tonda di Giffoni, Riccia di Talanico. Su brotación es tardía y época de cosecha intermedia. Produce frutos globulares o subesféricos de color marrón claro, índice de redondez de 0,95, tamaño 19,6 x 17,6 x 18,2 (mm), peso de 2,70 (g) y espesor de la cáscara delgado. En relación a las características de la semilla: tamaño 14,2 x 12,8 x 13,3 (mm), peso de 1,22 (g), rendimiento al descascarado de un 45 (%), pelado o blanching es medio, las semillas son esféricas, de color claro, muy demandadas por la industria. La maduración es intermedia.

Foto 14. *Árbol de la variedad Tonda Gentile Romana*

Montebello

Variedad siciliana,de origen italiano árbol de crecimiento cerrado, vigor medio y precocidad productiva intermedia. Esta variedad presenta una parcial autocompatibilidad, El árbol mantiene una brotación tardía y cosecha precoz, característica interesante para las condiciones climáticas del sur

de Chile, que en general son bastante húmedas cuando se realiza la cosecha de avellanas (ej. variedad Barcelona). En relación a la floración masculina es intermedia y aquella femenina es precoz. El fruto es de forma globular, color café claro y índice de redondez de 0,97, tamaño 18,4 x19,4 x 16,3 (mm), peso de 2,94 (g), espesor de la cáscara grueso. La semilla tiene un tamaño de 13,8 x 13,3 x 10,8 (mm), peso 1,17 (g), rendimiento al descascarado 39,7 (%), pelado o blanching medio. Cabe destacar, que en la zona centro sur y sur de Chile esta variedad ha presentado buenos rendimientos (sobre 3.000 Kg/ha).

Foto15. *Rama de la variedad Montebello en estado de emisión de polen, Centro Regional INIA Carillanca*

Tonda Gentile delle Langhe

Cultivar de origen piemontés, norte de Italia. Árbol de porte medio, con precocidad productiva y vigor medio. Presenta una floración masculina muy precoz y floración femenina intermedia, con dicogamia proteandria. Sus principales polinizantes son Cosford, Camponica. Presenta brotación muy precoz y cosecha temprana en el mes de febrero comienzos de Marzo. Sin embargo, los rendimientos son reducidos fuera de su centro de origen. En el sur de Chile, ha presentado rendimientos muy bajos. En relación a las características de las avellanas: número de frutos por grupo: 2,9, longitud del involucro largo, forma subesféricos aplanados, índice de redondez 0,98, tamaño 18,6 x 18,6 x 17,9 (mm), peso (2,60g) y espesor de la cáscara delgado.

Respecto a la semilla, son de color blanco, tamaño promedio es de 13,9 x 11,9 x 12,9 (mm), peso 1,17 (g), rendimiento al descascarado 45,0-50 (%), pelado del perisperma o blanching elevado. Es considerada la mejor variedad del mundo y por ello muy apreciada por la industria chocolatera.

Foto 16. *Árbol de la variedad Tonda Gentile delle Langhe (TGL)*

Mortarella

Es un cultivar de origen italiano (Campania). Árbol de porte intermedio, precocidad de producción alta, muy rústico, elevada emisión de hijuelos, resistente al frío y vigor medio. La floración masculina y femenina es intermedia, dicogamia: proteandrea- homógama. Sus principales polinizantes son Tonda di Giffoni, San Giovanni, Riccia di Talanico. La brotación es tardía y la época de cosecha es intermedia. En relación a las avellanas: presenta un número de frutos por grupo de 4,5, longitud del involucro largo, forma alargada subcilindrica, color café claro, índice de redondez 0,78, tamaño 19,1 x 16,2 x 13,8 (mm), peso 2,17 (g), espesor de la cáscara: delgada. El tamaño de la semilla en promedio es de 15,2 x 11,2 x 9,7 (mm), peso 0,99 (mm), rendimiento al descascarado 40-50 (%). El pelado del perisperma es elevado. Sin embargo, por la forma alargada de las semillas, estas son principalmente utilizadas por la industria de transformación, elaboración de cremas, fabricación de helados y pastelería.

Foto 17. *Árbol de la variedad Mortarella, comuna de Freire, Región de La Araucania*

San Giovanni

Variedad de origen italiano, de porte medio, precocidad productiva intermedio y de elevado vigor. La floración masculina es muy precoz y la femenina precoz. Presenta dicogamia: proteandrea- homógama. Sus principales polinizantes son: Tonda di Giffoni, Mortarella, Camponica y Tonda Bianca. La brotación es muy precoz y la época de cosecha es temprana. En relación a las avellanas presenta 3,2 frutos por grupo, involucro largo, color marrón claro, índice de redondez 0,76, tamaño 22,3 x 18,4 x 15,4 (mm), peso 2,60 (g), espesor de la cáscara medio. La semilla tiene un tamaño promedio de 17,0 x 12,1 x 9,6 (mm), peso 1,20 (g), rendimiento al descascarado 46(%), pelado del perisperma medio. Además, esta variedad presenta una baja emisión de hijuelos.

Foto 18. *Árbol de la variedad San Giovanni, comuna de Freire, Región de La Araucanía.*

Otros cultivares compatibles y que pueden ser utilizados como polinizantes para Tonda di Giffoni son Butler y Daviana anteriormente descritos.

Tabla de compatibilidad

	Polen Parenteral	Barcelona	Ennis	Montebello	TGDI.	T. Giffoni	T. Romana	Negret	Casina	Butler	Daviana	Hall's Giant	Willamette	Lewis	Clark
Parental Femenino	*Alelo Expresado **	1	1	1	7	2	10-20	10	10-21	3	3	5-15	3	3-8	3-8
Barcelona	*1 – 2*	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ennis	*1 – 11*	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Montebello	*1 – 2*	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TGDI	*2 – 7*	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T. Giffoni	*2 – 7*	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T. Romana	*2 – 23*	+	++	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Negret	*10 – 20*	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Casina	*10 – 21*	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Butler	*2 – 3*	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-
Daviana	*3 – 11*	+	+	+	+	+	++	+	+	-	-	+	-	-	-
Hall's Giant	*5 – 15*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
Lewis	*3 – 8*	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
Willamette	*1 – 3*	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-

+ : compatible
- : incompatible

Nota : Cuando un alelo expresado por el polen se encuentra en el mismo alelo de la flor femenina, el cruzamiento es incompatible.
*Ambos alelos están siempre expresados en la flor femenina pero no necesariamente en el polen.
Fuente: Adaptado por SA. Mehlenbacher y AN. Miller. Polininezer Management in a Hazelnut Orchard. Oregon State University (1988).

3. Establecimiento del avellano y sus variedades polinizadoras

3.1. Elección del sitio de plantación

El suelo es uno de los factores que más influye en la productividad de los árboles, sirviendo de soporte y de gran importancia en la nutrición de éstos. El cultivo moderno del avellano tiene como objetivo desarrollar rápidamente las plantas durante la etapa de formación del huerto, por lo que debe establecerse en suelos de textura media, con buena permeabilidad, evitando suelos estratificados, con pobre infiltración en algunos horizontes o en el perfil completo. Una textura muy pesada (suelos arcillosos o limosos) o la presencia de una capa impermeable en el suelo, pueden causar asfixia en las raíces, debido a la presencia de bajos niveles de oxígeno. La permeabilidad condiciona el movimiento del agua en el suelo, y por lo tanto, influye sobre la disponibilidad de oxígeno a nivel radicular. Lo anterior, provoca inicialmente la muerte de raíces más finas y si las condiciones anaeróbicas persisten, también comienzan a morir las raíces fibrosas perjudicando la absorción y translocación de nutrientes a nivel radicular. Por otra parte, la profundidad del suelo condiciona el desarrollo del cultivo a pesar que su sistema radicular es relativamente superficial, de crecimiento lateral y de menor exploración en profundidad respecto a otras especies frutales. Lo anterior, está dado por el tipo de suelo y disponibilidad de riego tecnificado. La existencia de capas duras o rocosas a escasa profundidad, limitan el desarrollo de raíces y por lo tanto, de la parte epígea de los árboles, atrasando la producción de una cantidad suficiente de amentos y polen en los cultivares utilizados como polinizantes. Esto, atrasa la entrada en producción e incide significativamente en los rendimientos y calidad de la fruta. Cabe destacar, que en suelos profundos de origen volcánico (trumaos) en la zona sur de Chile las plantas de avellano alcanzan mejor desarrollo tanto aéreo como radicular respecto a suelos menos profundos y compactados (arcillosos, graníticos).

3.2. Preparación del terreno para la plantación

Antes de la plantación se requiere disponer un suelo bien `preparado, que permita un buen desarrollo de los cultivares polinizantes y la mecanización

de las futuras labores del huerto. La preparación del terreno para establecer un huerto de avellano se inicia durante el verano, en especial en aquellos más compactos, cuando el suelo está seco y por lo tanto, en condiciones favorables de cohesión y adhesión. Previo a la preparación del suelo, es necesario acondicionar el terreno mediante la eliminación de arbustos, árboles, troncos, piedras y otros obstáculos que dificulten a posterior la plantación de los árboles. Además, es conveniente emparejar o nivelar el suelo y eventualmente realizar un subsolado, con el fin de destruir el "pie de arado", en particular en suelos compactados por pisoteo de animales y maquinarias. Esta labor permitirá un mejor drenaje y con ello, evitará la asfixia radicular a consecuencia del reducido contenido de aire en el suelo. Una mejor aireación del suelo permitirá un mayor desarrollo radicular de los árboles jóvenes y por ende de la parte aérea de estos. Cabe destacar, que bajo las especiales condiciones edafoclimáticas del sur de Chile algunos cultivares polinizantes, en particular ecotipos seleccionados localmente han presentado un menor desarrollo y vigor respecto a la variedad principal o base (Barcelona). Por lo anterior, se requiere un suelo bien acondicionado a objeto de permitir un mejor crecimiento de las plantas durante las primeras temporadas (1º-4º año) con el fin de lograr una adecuada producción de amentos y disponibilidad suficiente de polen para el momento de entrada en producción de la variedad principal y altura suficiente para una buena dispersión del polen. Además, para el caso de suelos con presencia de piedras, es conveniente la eliminación de éstas para facilitar las labores del cultivo con maquinarias y equipos, en particular la futura cosecha mecánica de las avellanas.

3.3. Fertilización de fondo o de base

Esta labor consiste en la incorporación de fertilizantes al momento de efectuar las labores de preparación del suelo, en particular de aquellos poco móviles como fósforo, potasio y enmiendas calcáreas para el caso de suelos ácidos de la zona centro sur y sur de Chile. Es necesario contar previamente con análisis químicos del suelo para corregir las deficiencias nutricionales y constituir reservas adecuada y homogéneas de materia orgánica, fósforo, potasio y calcio a nivel de la zona de desarrollo del aparato radical de los árboles.

La fertilización de fondo o pre – plantación se realiza junto con la labor de desfonde o laboreo profundo, permitiendo incorporar los fertilizantes en profundidad (50-70cm). Para realizar una fertilización adecuada se deben conocer previamente las características del suelo donde se van a establecer los árboles de avellano. Esto se logra mediante un muestro del suelo. Ello debe realizarse por estratas u horizontes hasta una profundidad de 70cm (INN, Chile), por lo menos a dos profundidades (0-20) cm y (50-70) cm. Posteriormente debe efectuarse un análisis de estas muestras a nivel de laboratorio e interpretación por parte de un especialista y, si es posible, disponer de información de estudios cartográficos del mismo.

3.4. Época de plantación

La plantación del avellano puede realizarse desde otoño (caída de hojas) hasta finales de invierno o principios de primavera, antes del estado fenológico de hinchado de yemas. El establecimiento más temprano de los árboles permitirá además una mejor cicatrización de las heridas producidas durante el transplante. La mejor época para realizar la plantación es otoño. De acuerdo a estudios realizados por el autor, realizando el establecimiento del cultivo en dicha época se da la posibilidad al sistema radicular para comenzar a desarrollarse en el suelo inmediatamente, poniendo de esta manera a los árboles jóvenes en condiciones más favorables para la reanudación vegetativa en la primavera siguiente (Ellena, 2010, en prensa). Si no se pudiera realizar la plantación en otoño se puede llevar a cabo desde inicio a finales de invierno o principios de primavera, antes de la apertura de las yemas. Plantaciones más tardías en primavera causan un retrazo en la brotación, emisión de brotes y por ende, en el desarrollo de las plantas durante el primer año y mayores porcentajes de pérdidas de estas. Lo anterior, sumado en general a un menor desarrollo de los árboles polinizantes, especialmente para ecotipos seleccionados localmente, en particular durante su fase de formación respecto a la variedad principal o de base. No obstante, es posible establecer el huerto más tarde en primavera con plantas en cepellón o raíz cubierta. Esta tipología de árbol también se puede plantar temprano en otoño disponiendo de riego, con el fin de permitir al sistema radicular comenzar a desarrollarse en el suelo inmediatamente y lograr de este modo

un mejor crecimiento de las plantas en la primavera sucesiva. Para el caso de los cultivares polinizantes, esta técnica permite adelantar la producción de amentos y polen en cantidad y calidad suficiente para lograr una buena polinización de la variedad principal (Foto 19).

Foto 19: Planta en contenedor para plantaciones tempranas en otoño o tarde en primavera.

3.5. Manejo de los árboles antes de la plantación

Durante el traslado de los árboles de avellano desde el vivero al sitio de plantación, es necesario acondicionar debidamente para evitar deshidratación y además evitar daños mecánicos. En el predio, sino se procede a su plantación inmediatamente luego del traslado, los árboles deberán mantenerse en zanjas o trincheras cubriendo la totalidad de sus raíces con tierra húmeda (de preferencia de textura liviana) o con aserrín, evitándose que queden espacios con aire que provoquen deshidratación o secado de éstas.

3.6. Plantación

Para la plantación de los árboles de avellano procedentes del vivero se debe preparar el suelo abriendo hoyos profundos (40-50cm) y de una anchura de unos 40 cm en la zona donde se colocarán los árboles. Dicha labor presupone una elección previa de criterios y distancias (marcos de plantación).

La apertura de hoyos de plantación puede efectuarse manualmente o bien a través de un ahoyador mecánico accionado por la toma de fuerza o potencia de un tractor.

En el fondo del hoyo o surco de plantación es necesario distribuir una pequeña cantidad de fertilizantes y enmienda calcárea (fósforo, potasio, carbonato de calcio, etc) y en lo posible materia orgánica descompuesta o compost, después una capa de tierra finamente desmenuzada. Es conveniente utilizar fertilizantes recubiertos y de lenta liberación de los nutrientes para obtener un mejor aprovechamiento de estos y evitar daños provocados en las raíces por concentración de sales en un espacio reducido de suelo. En cada hoyo de plantación, parcialmente relleno, se localiza el árbol, con la precaución de mantenerlo vertical y con el cuello sobre la superficie del suelo. En seguida, se completa el llenado del hoyo comprimiendo la tierra que se va colocando gradualmente, para que ella quede bien adherida a las raíces (Foto 20).

Foto 20: Plantación.

Es muy importante evitar de plantar los árboles de avellano a una profundidad excesiva, pues las raíces de esta especie frutal son muy sensibles a niveles bajos de oxigeno. Como regla general, las plantas se deberían plantar a la misma profundidad de plantación que tenían en el vivero. Además, para el caso de plantas a raíz desnuda, previo a la plantación éstas son sometidas a podas moderadas de raíces, con el fin de eliminar las lesionadas o secas y renovar los cortes efectuados durante la extracción de las plantas del vivero, en particular la poda de la posible raíz principal pivotante.

3.7. Densidad de plantación

Para determinar la densidad de plantación de un huerto de avellano se deben considerar los siguientes factores: vigor de la variedad, fertilidad del suelo, condiciones climáticas, sistema de formación y conducción, disponibilidad de luz, tránsito de maquinaria, sistema de cosecha, entre otros.
Entre los principales factores a considerar destacan:

- **Vigor de la variedad:** se deberá emplear una menor densidad y mayor distancias de plantación para las variedades más vigorosas (Barcelona) que las variedades de menor vigor (Tonda Romana, Tonda Gentile delle Langhe, Tonda di Giffoni).

- **Fertilidad del suelo:** se adoptarán menores densidades y mayores distancias de plantación en aquellos suelos más fértiles. Este es un factor que tendrá gran importancia en la vida productiva futura de los árboles.

3.8. Marco de plantación

Corresponde a la distancia que quedará entre los árboles una vez plantados. Se debe preferir un marco de plantación rectangular, ya que presenta las siguientes ventajas:

- Máximo aprovechamiento del terreno
- Mayor facilidad para realizar las labores del huerto
- Acceso en un sólo sentido (Foto 21)

Foto 21: *Detalle de un marco de plantación rectangular. Menor distancia en la sobre hilera y mayor distancia en la entre hilera.*

Para calcular el número de plantas que se necesitan para un huerto de avellanos con un determinado marco y sus respectivas distancias, debe calcularse el área que ocupará cada árbol y dividirse la superficie total a establecer por el valor resultante del área de cada planta. Por ejemplo si la superficie a plantar es de 1 hectárea y el marco de plantación elegido es un rectángulo con distancias de 5x4m, el número de plantas necesarias son: 10.000 : 20 = 500 árboles por hectárea.

3.8.1. Evolución de los marcos de plantación

La tendencia en la fruticultura actual es densificar los huertos a objeto de acelerar la entrada en producción, aumentar los rendimientos por unidad de superficie y amortizar rápidamente los huertos. Sin embargo, en el tiempo, las plantaciones intensivas presentan problemas en producción y calidad de la fruta por falta de iluminación en el interior de la copa y parte

inferior de los árboles. Por ello, se aconseja mayores densidades o menores marcos de plantación para las primeras fases de los árboles, interviniendo sucesivamente una vez que las copas se toquen entre si y se produzca un desplazamiento de la zona productiva a la parte alta del árbol, eliminando aquellos árboles en exceso o recurriendo a la poda de estos.

Se puede iniciar la plantación del huerto de avellano con el "llamado marco dinámico". Por ejemplo, con densidades de 800 plantas/ha y cuando se comienza a resentir la capacidad productiva, se elimina la mitad de los árboles, resultando una densidad definitiva de 400 plantas/ha.

Sin embargo, en el futuro próximo, estarán disponibles en el mercado nuevas variedades de avellano con menor vigor., que permitirán densificar los huertos (foto 22).

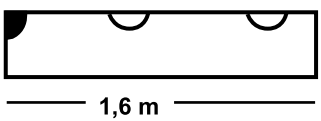
Foto 22: Huerto en alta densidad con nuevas variedades de menor vigor.

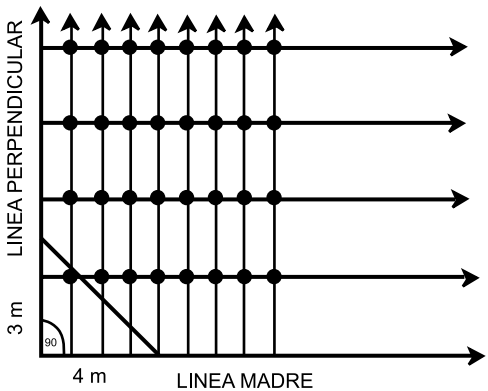
3.9. Trazado de plantación

Se debe marcar sobre el terreno la posición exacta de cada árbol, además demarcar los caminos internos y externos del huerto. Para el trazado establecer una línea madre recta, tomando como referencia un camino, acequia u otro elemento. Posteriormente se marca una línea perpendicular a la línea madre.

Los ángulos rectos son fáciles de realizar empleando tres cuerdas, cuyas longitudes guardan la proporción de 3, 4 y 5 metros. Se deben tensar las cuerdas y hacerlas coincidir en sus extremos. Con ello, se forma un ángulo de 90º. Luego colocar estacas sobre la línea madre y la línea perpendicular marcando la posición de cada árbol. De esta manera se marca toda la superficie de suelo a plantar, empleando una cinta y un listón plantador (Fig. 2 y 3).

En las Figuras 2 y 3 se presenta el listón plantador y el marcado de la superficie a plantar y respectivamente.





3.10 Distribución espacial de los cultivares polinizadores en el huerto

El avellano es una especie monoica autoincompatible, es decir las flores masculinas de una planta no polinizan a las flores femeninas del mismo árbol. Por ello, en una plantación de avellano se deben establecer cultivares polinizadores genéticamente compatibles con la variedad principal, haciendo coincidir sus estados fenológicos (floración masculina del polinizante con la floración femenina). Además, ser buena productora de polen e idealmente producir frutos de calidad y comercialmente válidos para la industria de transformación o para mesa.

En plantaciones comerciales de avellano para una variedad principal es necesario establecer entre un 10 a un 15% de cultivares polinizantes. Se recomienda utilizar como mínimo dos variedades polinizadoras, idealmente 3

a modo de cubrir completamente el periodo de receptividad del estigma de la variedad principal o base. Estos pueden ir distribuidos en zic-zac o en hileras completas cada 8 -9 hileras de la variedad principal. Se recomienda esta última modalidad para facilitar la separación de las avellanas a la cosecha.(Fig. 4, 5 y 6).

Figuras 4 y 5:

B-B-B-B-B-B
B-P-B-B-P-B
B-B-B-B-B-B
B-B-B-B-B-B
B-P-B-B-P-B
B-B-B-B-B-B

Distribución de polinizantes
(10%)

b- B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B
b- B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B
A-B-B-B-B-B-B-B-A-B-B-B-B-B-B
D-B-B-B-B-B-B-B-D-B-B-B-B-B-B
b- B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B
b- B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B
----------7----------7--------
→ VIENTO DOMINANTE →
Variedad base: Barcelona: 87,5%
b= Butler = 6,25% A=Azul= 3,12%
D= Daviana = 3,12%
(12,5% Polinizadores) Marco: 7X4m

Otra alternativa es el sistema Oregon, donde cada 3 hileras de la cultivar principal se establece una hilera con las variedades polinizadoras. Estas últimas son plantadas en la fila en forma alternada , cada 3 polinizantes van 2 plantas de la variedad principal y así sucesivamente. (Fig. 7).

Figura 6:

Marco: 6x 3,5
b-B-B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B-B-B
b-B-B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B-B-B
A-B-B-B-B-B-B-B-B-A-B-B-B-B-B-B-B-B
D-B-B-B-B-B-B-B-B-D-B-B-B-B-B-B-B-B
b-B-B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B-B-B
b-B-B-B-B-B-B-B-B-b-B-B-B-B-B-B-B-B
→ VIENTO DOMINANTE →

Variedad base: Barcelona B: 87,5 %
Polinizadores: Butler b: 6,25%
Azul A: 3,12%
Daviana D: 3,12%

Figura 7:

De acuerdo a estudios realizados en el extranjero y a nivel nacional, las variedades principales y los polinizantes no deberían establecerse a distancias mayores de 15 a 20 metros.

La orientación de las hileras de los cultivares polinizadores debe considerar el sentido de los vientos dominantes durante el periodo de floración masculina (liberación del polen por parte de los amentos) y receptividad de las flores femeninas (estigmas) con el fin de asegurar una buena distribución del polen. Cabe señalar, que la floración de esta especie ocurre en pleno periodo invernal y una adecuada diseminación del polen se produce una vez que se alcanza una menor humedad ambiental, generalmente a medio día y con ausencia de lluvias. En la zona sur, el viento predominante bajo estas condiciones es el noroeste, que permite generar libre flujo de polen para una buena polinización anemófila (es decir, a través del viento).

4. Manejo agronómico de los cultivares polinizantes durante la fase de post–plantación

4.1. Poda

La poda racional de los árboles de avellano, requiere un conocimiento previo de la fisiología vegetal, comportamiento biológico, hábitos de crecimiento, fructificación y vigor del cultivar.

Esta labor permite:

- Lograr formar el esqueleto adecuado del árbol, en relación a su propia capacidad de desarrollo.

- Mejorar y regular la producción, obtención de fruta de alta calidad y disminuir la tendencia del avellano al añerismo. Especialmente, una buena producción de amentos y polen viable para el caso particular de los cultivares polinizadores.
- Mantener la vegetación equilibrada en todas las partes del árbol.
- Conservar un buen equilibrio entre la zona radicular y área del árbol, regulando el vigor de la planta.
- Favorecer la formación y desarrollo de ramas productivas y eliminar aquellas mal ubicadas y enfermas.
- Facilitar la entrada de luz hacia el interior de la copa del árbol, para una elevada producción de amentos, calidad de polen y además adecuada producción y calidad de las avellanas.
- Facilitar la cosecha y otras labores, como tratamientos para prevención de plagas y enfermedades.

4.1.1. Poda de formación

La poda de formación es necesaria para asegurar el equilibrio futuro del árbol y además simplificar la poda sucesiva de fructificación o producción, favoreciendo la entrada de luz y aireación al interior de la copa.

Esta poda se realiza durante los primeros años en los diferentes tipos de formación de los árboles, es decir en monoeje, multieje o plantaciones en palmetas.

La plantación en monoeje, se recomienda principalmente para cultivares de desarrollo vigoroso como Barcelona. La planta debe ser de un año de vivero o más, vigorosa (1 metro o más de altura), buen desarrollo radicular y libre de enfermedades y plagas. No se recomienda utilizar árboles con escaso desarrollo y poco vigor y débiles. Lo anterior, atrasa la entrada en la formación de amentos y por tanto en la producción de polen tanto en cantidad adecuada para lograr una buena polinización de la variedad principal o base.

Posteriormente de la plantación, los árboles se rebajan a 70 -100 cm (eje central)desde el nivel del suelo y se elimina el resto de todos los demás brotes.

La poda de formación debe mantenerse por 4 – 5 años con el fin de alcanzar la formación del árbol.

Foto 23. Poda de formación y huerto conducido en monoeje

4.1.2. Poda de mantenimiento

Posterior a la 3-4 hoja, el árbol se encuentra formado. Esta poda tiene como fin aclarar el interior de la copa y permitir una mejor iluminación. Además, a través de esta labor, se pueden eliminar ramas muertas, enfermas, mal ubicadas y aquellas demasiado vigorosas. Esta poda se realiza anualmente con la eliminación o extracción de alrededor de un 10-15% de la masa vegetativa total de la copa de los árboles, mientras que cada 2 años se puede realizar una intervención más fuerte (foto 24).

Foto 24: Poda de formación

4.1.3. Poda de fructificación en árboles adultos.

En huertos adultos, generalmente la poda de fructificación o producción no se realiza. Sólo considera podas "suaves" o ligeras para eliminar brotes y ramas que presentan daños y obstáculos al movimiento de las maquinarias y equipos mecánicos. Sin embargo, es necesario realizar podas para estimular una adecuada actividad vegetativa anual que garantice una buena iluminación de la copa para mantener en el tiempo una producción satisfactoria y calidad de las avellanas. En huertos viejos, podría ser necesario recurrir al corte de ramas principales con el fin de estimular la formación de nueva estructura productiva. Por otro lado, en el caso de enfermedades causadas por bacterias y hongos, se recomienda marcar durante el verano las partes afectadas para luego intervenir con la poda de invierno y en seguida realizar tratamientos con productos en base a sales de cobre o hipoclorito de sodio y sellado de heridas a través del pintado de estas con pasta poda.

La poda puede ser mecánica o manual dependiendo del tamaño del huerto. En caso de huertos grandes, superiores a 50 hectáreas, se recomienda el empleo de la poda mecánica interviniendo en la pared vertical (hedging) y en la parte superior horizontal de la copa (topping), adquiriendo de esta manera la sobre hilera una forma similar a un seto. Cabe destacar, que después de la poda en primavera se produce una caída en la producción del huerto, debido a la eliminación de material verde y por tanto de frutos en formación. Sin embargo, en los 2 años posteriores a la poda, en las plantas se produce generalmente una recuperación productiva y mejor calidad de la fruta. No se aconseja realizar la poda en otoño después de la cosecha pues tiene efectos negativos sobre la producción del año sucesivo. En relación al rendimiento al descascarado la poda en verde en primavera ha permitido un efecto positivo, incrementando el rendimiento en forma significativa respecto a los árboles no podados. Estudios realizados en el extranjero han determinado que la poda de primavera ha determinado un aumento al rendimiento al descascarado el mismo año de efectuada la poda y al siguiente (Ughini et al ;2009). Además, la poda, en particular la de primavera, permite una reducción del porcentaje de fruta con defectos y aumenta la cantidad de semillas sanas y por lo tanto totalmente utilizable por la industria de transformación. Por ello, la poda causa un mejoramiento cualitativo de la producción desde el primer año de su realización. En la temporada de la primera poda se pierde una parte importante de la producción. Con la eli-

minación de ramillas y brotes se extraen de los árboles numerosas yemas femeninas a flor y la producción baja significativamente. Sin embargo, la caída en los rendimientos se puede recuperar al año sucesivo y se logra una mayor producción y calidad de la fruta durante los 3 -4 años posteriores a la poda (Roversi, 2007). En términos prácticos se recomienda realizar una poda de producción cada 3 a 5 años.Esta técnica debe ser evaluada en los años sucesivos en diferentes variedades y zonas agroecológicas del sur de Chile a objeto de contar con información sobre su efecto en el comportamiento productivo de los árboles.

Foto 25. *Poda mecánica de fructificación*

4.1.4 Eliminación de hijuelos o sierpes

El avellano presenta una tendencia natural a producir hijuelos de las raíces que se encuentran más próximas a la superficie del suelo, formando un típico arbusto. Este fenómeno es genéticamente dependiente, existen variedades que presentan una elevada emisión de hijuelos (Barcelona), otras con emisión moderada como (Tonda di Giffoni, Ennis) y otras variedades como Butler, Daviana, que tienen una escasa capacidad de producir sierpes (Foto 26).

Foto 26: Emisión de hijuelos en cultivar Barcelona

En árboles adultos en producción es necesaria la eliminación de hijuelos que nacen desde la base. Lo que debiera hacerse todos los años. Caso contrario, dejar los hijuelos por uno o dos años causa un debilitamiento de los árboles afectando su nivel productivo y calidad de la fruta. En los cultivares polinizantes se va a afectar la producción adecuada de flores masculinas (amentos) y polen.

La eliminación de sierpes se puede realizar manualmente con tijeras (huertos pequeños), con desbrozadora para césped con hilos de nylon, eficaz sólo para hijuelos herbáceos, o con hoja de acero para el corte de sierpes en proceso de lignificación, uso de un disco operado mediante la trituradora de sarmientos que no causa daño a los troncos(foto 27) y mediante la aplicación de productos químicos como herbicidas y desecantes. Entre los productos más empleados destacan el Paraquat, 2,4 D en forma de sal amina o sódica, MCPA sal potásica, mezcla de 2,4 D + MCPA y Glufosinato de amonio (Santacamo y SAntos, 1997).

Foto 27: *Desbrozadora con cabezal con hilos de nylon para el control de sierpes herbáceos*

Foto 28: *Disco Inter -fila utilizado para el corte de sierpes y malezas sobre la hilera de plantación.*

Cuadro 1. Herbicidas más utilizados para el control de sierpes o hijuelos en avellano, formulación y dosis sugeridas.

Materia activa	Formulación	Dosis (cc/l)
Paraquat	20% L.S.	5-6
MCPA sal potásica	40% L.S.	6
2,4 D sal amina + MCPA	35% +30% L.S	5
Glufosinato	20% L.S	10

Lograr un control eficaz de los hijuelos a través de productos químicos requiere que los tratamientos se realicen cuando los brotes tengan consistencia herbácea (15 cm de longitud). Las aplicaciones deben repetirse dos, tres o cuatro veces en la temporada (entre noviembre y marzo, dependiendo de la variedad y los tipos de productos empleados).

Para una correcta utilización de estos productos se recomienda lo siguiente:

- Realizar los tratamientos en ausencia de vientos y evitar los períodos con mayor calor. Lo anterior, porque los productos pueden ocasionar daño a los árboles y se puede producir evaporación (hormonales).
- Al emplear herbicidas hormonales (ej. MCPA), preferir la formulación en forma de sal por ser la menos volátil.

La eliminación de sierpes en huertos nuevos se recomienda realizarla en forma manual, durante la primavera, considerando que deben cortarse desde el origen y no desde el nivel del suelo, ya que se provocaría una mayor emisión. Adicionalmente, en árboles muy jóvenes no se recomienda utilizar métodos químicos de control ya que la copa tiene poca altura y los productos pueden derivarse hacia la parte superior de la planta y acumulando una absorción por parte de la corteza del tronco.

Otras alternativas, son la utilización de nuevas tecnologías como mulch sintéticas de mallas cubre suelo de prolipropileno de color negro sobre la hilera de plantación o alrededor del tronco del árbol. Este sistema es interesante para árboles formados en monoeje, en particular durante sus primeros años de plantación (Ellena et al, 2007, Ellena 2010, en prensa) (foto 29).

Foto 29: Utilización de mulch para control de sierpes y maleza

Entre las medidas sugeridas para disminuir la emisión de hijuelos se pueden mencionar las siguientes:

- Establecer plantas de un año de edad. Previo de efectuar la plantación se deben eliminar los pequeños hijuelos o rebrotes en formación que se encuentran a nivel del sistema radicular de las plantas.

- La eliminación de hijuelos se debe realizar minuciosamente desde el primer año de la plantación. De ésta manera, se evita considerablemente la emisión en los años sucesivos, en particular para los árboles formados en monoeje. Por otro lado, en árboles adultos los tratamientos con productos herbicidas pueden reducir cada año la cantidad y el vigor de los hijuelos.

En trabajos de investigación recientemente iniciados por el autor, se está evaluando la posibilidad de utilizar algunos pies con poca capacidad de rebrote. Lo anterior podría conferir mayor vigor y producción en variedades menos productivas (ej. Tonda Gentile delle Langhe).

4.2. Fertilización

La nutrición de los polinizantes es un factor determinante para su adecuado desarrollo, vigor, equilibrio y producción de los órganos reproductivos (flores masculinas), es decir, amentos en cantidad y calidad para lograr polen de elevada viabilidad y suficiente para las necesidades de polinización de las variedades principales.

Para una adecuada fertilización de los avellanos se requieren conocimientos de la composición del suelo y de los requerimientos nutritivos de los árboles, O sea, de la cantidad de elementos minerales que las plantas extraen anualmente del suelo para producir una determinada cantidad de avellanas y de nutrientes que se deben restituir.

La fertilización debe considerar los siguientes objetivos:

- Satisfacer las exigencias de los árboles
- Mantener un adecuado equilibrio entre la actividad vegetativa y productiva.
- Limitar al máximo el costo de las aplicaciones.
- Reducir los riesgos de pérdidas por lavado o lixiviación, y consecuentemente los costos e impacto ambiental.

4.2.1 Fertilización mineral

- **Nitrógeno:** es uno de los componentes más importantes de algunos compuestos orgánicos presentes a nivel celular como: aminoácidos, ácidos nucleicos, enzimas y transportadores de energía ADP (adenosin difosfato) y ATP (adenosin trifosfato). Cabe destacar, que los árboles de avellano en ausencia de nitrógeno no pueden desarrollar sus procesos vitales, sobre todo en etapa de crecimiento para formar las nuevas células. La reducción en el suministro de nitrógeno afecta los procesos de crecimiento y reproducción. El nitrógeno acentúa el vigor de los árboles, promueve un crecimiento rápido durante la fase de formación y en la fase productiva determina la formación de brotes de mayor longitud que favorecen

la producción de los órganos reproductivos y una buena fructificación. Durante la fase de formación la fertilización nitrogenada recomendada es de : 30, 50, 100, 120 y 150 kg de nitrógeno por hectárea desde el 1º al 5º año, evitando de colocar el fertilizante cercano al tronco del árbol. Estas dosis son sólo recomendaciones generales que se deberán ajustar caso a caso.El avellano utiliza directamente solo de manera muy parcial el nitrógeno aportado por la fertilización, recurriendo en gran medida al elemento almacenado en los órganos de reserva (Olsen, 1997). Por ello, la función principal de la fertilización nitrogenada es la reconstitución de las reservas de la planta.

Estudios realizados por INIA Carillanca (Ellena, 2010, en prensa) y en el extranjero (Corte et al; 2009) han determinado la importancia de fraccionar la aplicación de nitrógeno (primavera, en dos oportunidades y eventualmente en otoño) que permite una mayor eficiencia de utilización de este elemento por parte de los árboles. A modo indicativo se aconseja parcializar la fertilización nitrogenada para cultivo bajo riego de la siguiente manera:

Cuadro 2. *Fraccionamiento de la fertilización nitrogenada para un huerto de avellano europeo.*

Fraccionamiento (%)	Época
35- 40%	Agosto - Septiembre
50%	Noviembre - Diciembre
10 -15%	Febrero –Marzo (*)

(*) La aplicación de bajas dosis al final de la temporada, previo a la caída de hojas tiene como finalidad aumentar las reservas internas de nitrógeno en los órganos de reserva de los árboles.

El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada es particularmente importante para suelos arenosos (2 – 3 aplicaciones) con el fin de evitar pérdidas por lixiciviación. Para las aplicaciones de noviembre –diciembre se recomienda nitrógeno en forma amoniacal para disminuir pérdidas de este elemento.

Los mayores requerimientos de nitrógeno ocurren en primavera. Entre un 75 -85% de este elemento debe aplicarse entre septiembre y noviembre, un 10 a 15% restante a fines de la temporada vegetativa. Las aplicaciones de pequeñas cantidades previo a la caída de hojas (marzo) permiten aumentar las reservas nitrogenadas internas del árbol. El nitrógeno de reserva permite la partida del desarrollo vegetativo, desde brotación, cuando la planta aún no tiene la capacidad de absorber este elemento en forma eficiente desde la solución del suelo (Ellena, 2007).

La cantidad total de nitrógeno a aportar por árbol debe considerar el mantenimiento del suelo y las extracciones del cultivo como el potencial hídrico del suelo, edad de los árboles, condiciones vegetativas, densidad de plantación, entre otros.

En términos generales, sólo como referencia, el cultivo requiere entre 90 a 150 kg/ha de nitrógeno por hectárea y por año, preferentemente en forma parcializada. Cabe destacar que las aplicaciones foliares han determinado una buena respuesta en las plantas con productos a base de aminoácidos, urea y nitrato de potasio, en particular bajo situaciones de carencia.

- **Fósforo:** este elemento es un componente del ATP (adenosin trifosfato), compuesto orgánico que tiene como función el almacenamiento y transporte de la energía para el árbol. Además, forma parte de los ácidos nucleicos y participa en los procesos de reproducción. Cabe destacar, su acción positiva sobre la fecundación y fructificación. Sin embargo, las fertilizaciones con fósforo han evidenciado un efecto mínimo sobre los rendimientos del cultivo. No obstante, lo anterior, en suelos ácidos de origen volcánico del sur de Chile se presenta una elevada fijación de fósforo que es absorbido por los coloides e inactivado por un pH elevado , por lo que es importante considerar su incorporación, especialmente previo a la plantación, en forma localizada a objeto de favorecer el desarrollo radicular de la planta. En las hojas los valores óptimos corresponden a 0,14-0,16% Se recomienda incorporar el fósforo durante la fertilización base en dosis de 300 a 350 u de P2O5/ha (dosis sólo de referencia). Con ello, podría haber fósforo suficiente para los primeros 4 años del cultivo.

La carencia de fósforo produce una escasa floración. Esto afecta tanto la producción de amentos como de flores femeninas (producción), causando un atraso en la maduración de frutos. Árboles en fase de producción, la absorción más importante de este elemento ocurre aproximadamente a fines del mes de enero (durante la fecundación y fructificación) para decrecer posteriormente. Por ello, la fertilización fosfatada (fertilización tradicional al suelo) es recomendable durante el invierno (mayo –julio) permitiendo que el fósforo esté disponible para los árboles en primavera. Debe ser incorporado y localizado en el suelo realizando 3 orificios en torno de las plantas (25-30 cm de profundidad) con "chuso" a objeto de evitar la fijación del fósforo por parte del suelo y permitir una adecuada absorción del sistema radicular de los árboles de avellano. De contar con sistema de fertirrigación se podría aportar este elemento a través de fertilizantes solubles en verano, durante los momentos que ocurre la fecundación y fructificación.

Las dosis de fósforo a aportar van a estar sujetas a análisis de suelo y foliares. Los resultados de estos deben ser interpretados por un especialista para definir el plan de fertilización del huerto.

- **Potasio:** este nutriente influye positivamente en la calidad de la producción, fortaleciendo la asimilación de nitrógeno en las hojas y el desarrollo de la semilla (avellana). Además, permite el movimiento del agua, abertura de los estomas, por lo que tiene un papel fundamental en la economía del agua. Este elemento, también favorece la fotosíntesis y tiene un rol activo en el transporte de las sustancias formadas durante dicho proceso. Además, permite tener una cantidad adecuada de celulosa y lignina que da rigidez y estructura a los árboles. En las hojas, cantidades adecuadas van de 0,9 -1,0 %. La carencia provoca necrosis o muerte de tejido a nivel de los márgenes foliares y además retraso en la brotación.

La absorción más importante de este nutriente, se produce en los meses de enero y febrero, cuando ocurre un crecimiento intensivo de los frutos (semilla). Las épocas más adecuadas para su aplicación son: julio a septiembre (60% del total) y diciembre a enero (40% del total).

Las dosis de potasio a aplicar dependen de la disponibilidad de este elemento en el suelo, en plantas y requerimientos.

En suelos livianos, filtrantes o arenosos y que no han tenido fertilización básica se recomienda aplicar unas 50 unidades de K2O por hectárea anualmente (100 kg de sulfato de potasio). En este tipo de suelo el potasio está sujeto a pérdidas por lavado o lixiviación y es recomendable fraccionar su aplicación.

Las principales fuentes utilizadas son sulfato de potasio y nitrato de potasio. También indicadas para fertirrigación.

El cloruro de potasio no se recomienda para ser utilizado como fertilizante potásico en avellano, debido a que puede producir problemas de fitotoxicidad.

- **Magnesio:** elemento fundamental de la clorofila, de la que depende la actividad fotosintética de los árboles. Este nutriente, participa en la formación y acumulación de hidratos de carbono, azúcares, proteínas, vitaminas, otros.

Las épocas más adecuadas para su distribución son: julio a noviembre y diciembre a enero. Cabe destacar, que se ha observado una mejor absorción en los árboles de avellano que tienen más aporte de nitrógeno o con aplicaciones de nitrato de magnesio, sulfato de magnesio (Gispert et al; 1997). Las dosis a aplicar se establecen en base a análisis químicos de suelo y foliares. Como recomendación general se pueden aplicar entre 15 a 20 unidades de Mg/ha.

Cuadro 3. Fuentes de fertilizantes magnésicos más importantes.

Tipo de fertilizante	Composición
Dolomita	20% OMg
Sulfato de Magnesio	7 – 16% OMg
Nitrato de Magnesio	7,5% Mg

Por otro lado, aplicaciones foliares con productos con magnesio, en primavera durante la fase de crecimiento vegetativo y fecundación (octubre – noviembre) con dosis de 2 L/ha (2 aplicaciones) han permitido mejorar el crecimiento y rendimiento de los árboles (Ellena; 2010 en prensa).

- **Calcio:** favorece la asimilación y movilización de otros elementos, en particular en suelos ácidos, influyendo en el desarrollo de raíces. La carencia de calcio predispone a las plantas a una mayor sensibilidad al frío. En suelos ácidos de origen volcánico del sur de Chile, es recomendable encalar los terrenos previo a la plantación y aplicaciones anuales de calcio, bajo la forma de carbonato de calcio en torno a los árboles, especialmente con bajos niveles de calcio intercambiable. Las dosis deberá aplicarse de acuerdo a análisis de suelo. En términos generales, se pueden aplicar entre 1,5 -2 ton/ha de carbonato de cal incorporado a través de la fertilización de fondo, antes de la plantación. Posteriormente, aplicaciones de 150-200 gr/planta han determinado efectos positivos sobre el crecimiento de las plantas, especialmente en huertos jóvenes establecidos en la zona centro sur y sur de Chile.

- **Boro:** Este elemento favorece la diferenciación de las yemas, germinación del polen, traslocación de carbohidratos mejorando la cuaja y el rendimiento final del cultivo. Aplicaciones foliares con boro a caída de hojas y en primavera, entre los meses de octubre y noviembre han permitido mejorar la cuaja, calidad de la fruta y rendimientos de los árboles, en particular en suelos con deficiencia en este nutriente. Buenos resultados se han logrado con productos foliares en base a nitrógeno y boro, en dosis de 2 L/ha en tratamientos en otoño y primavera.

4.2.2. Diagnóstico y fertilización foliar

Para lograr una fertilización equilibrada de los avellanos, ya sea mediante aplicaciones al suelo o vía foliar, debe realizarse un análisis químico foliar (de las hojas). La fertilización a través de las hojas se recomienda, principalmente, cuando se presentan condiciones de estrés nutricional que deben ser superados en forma inmediata.

El diagnóstico foliar es una herramienta que permite regular, desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, las fertilizaciones anuales del huerto de avellanos, ya sea vía suelo o vía foliar. Este método se basa en que las hojas reflejan el estado nutricional de los árboles, los que causarán con gran sensibilidad y rapidez a las variaciones de la fertilidad del suelo.

En cuanto a la fertilización foliar, en los últimos años ha presentado un creciente interés debido a que es más dirigida y ocasiona un menor impacto ambiental, en comparación a la aplicación de fertilizantes al suelo.

4.2.3. Diagnóstico foliar

El diagnóstico foliar se compone de dos fases: la toma de muestras y el análisis e interpretación de resultados. En avellanos, la toma de muestras se efectúa generalmente en pleno verano, colectando hojas adultas de la parte media del brote (son suficientes 25 a 30 hojas por análisis). Se recomienda realizar el muestreo en un número elevado de árboles, evitando aquellos deteriorados, no representativos del huerto y ubicados en hileras externas. El muestreo realizado en verano, idealmente en enero, permite tener una información sobre el estado nutricional del momento y de la temporada siguiente.

La interpretación de los resultados es la fase de mayor dificultad. El método más difundido es aquel basado sobre comparaciones entre resultados analíticos y valores de referencia (concentraciones críticas o estándar). Los valores críticos son aquellos bajo los cuales se manifiestan carencias y bajas en la producción.

Uno de los principales límites del diagnóstico foliar se genera en los numerosos factores que influyen sobre la composición mineral de las hojas. En la práctica, para efectuar una interpretación correcta, se deben emplear valores de referencia obtenidos de materiales vegetales similares (cultivar, edad y tipo de hoja) y en consecuencia, de suelo y clima idénticos.

Otra limitación en la comparación de los resultados analíticos con los valores estándar, es que cada elemento se confronta independientemente con

el nivel de los otros. En el extranjero se ha propuesto una metodología que considera los resultados de todos los elementos a través de sus relaciones, confrontándolas con relaciones estándar. Dicha metodología , denominada DRIS (diagnosis and recomendation integrated system), teóricamente debería consentir interpretaciones independientes de la edad de la hoja y de las condiciones de clima y suelo del huerto en estudio. En la práctica, para el DRIS conviene crear normas de referencias obtenidas a nivel local. En el sur de Chile aún no existen antecedentes bibliográficos al respecto. Desde el punto de vista operativo, dicha metodología entrega informaciones de los elementos que pueden estar dificultando la máxima expresión productiva del huerto. Además, resulta confiable para individualizar sub – carencias (Ellena y Rombolá, 2001, Marangoni et al; 1998).

4.2.4 Fertilización foliar

En avellano la aplicación de fertilizantes a través de las hojas resulta eficaz, tanto para los macro como para los microelementos, cuando existen manifestaciones de estrés nutricional que requieren intervenciones dirigidas y oportunas. Las condiciones anómalas se verifican cuando se presentan carencias o bajas asimilaciones del elemento y cuando la absorción radicular es menor y no plenamente eficiente (por ejemplo, en suelos con mala aireación, pesados y fríos).

La fertilización foliar en avellano, ha determinado interesantes resultados experimentales y a nivel de huertos comerciales en diferentes zonas agroecológicas de la zona sur de Chile (Región de La Araucanía y de Los Lagos), incrementando la cuaja y rendimiento de los árboles mediante la aplicación de nitrógeno, magnesio, boro desde el inicio de la actividad vegetativa hasta la fecundación. Adicionalmente, aplicaciones más tardías a finales de la temporada de crecimiento (fines de verano y otoño) con productos foliares con nitrógeno han evidenciado un mayor crecimiento de los brotes en la temporada sucesiva mayor producción de amentos y flores femeninas y por ende, mayor producción y calidad de la fruta.

4.3. Riego

El riego es una práctica necesaria, particularmente durante los primeros años (fase de formación del huerto), para disponer de árboles desarrollados y vigorosos en la fase de producción. En el caso de plantas polinizadoras, es necesario contar con disponibilidad suficiente de agua con el fin de lograr una rápida entrada en la producción de inflorescencias masculinas (amentos) y producción de polen en cantidad y calidad que asegure una buena polinización de la variedad principal o de base. Además, la altura de los árboles polinizadores que permitan un mejor desplazamiento del polen hacia las inflorescencias femeninas (estigmas). En el caso que no exista riego tecnificado se recomienda regar en forma auxiliar mediante carro aljibe una vez por semana entregando entre 12 -15 litros de agua por planta entre los meses de diciembre a marzo, dependiendo de las condiciones climáticas de la temporada. En los ambientes de la zona sur de Chile (Región de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos) es necesario considerar el riego durante el verano, momentos cruciales para el crecimiento anual de brotes, inducción floral, crecimiento y llenado de frutos. En el caso de árboles en etapa reproductiva, la falta de agua ocasiona un mayor porcentaje de frutos con defectos, menor producción por hectárea al descascarado y mayor probabilidad de alternancia de producción.

El avellano requiere una pluviometría anual de alrededor de 800 mm bien distribuidos para poder desarrollarse y obtener buenos resultados productivos bajo condiciones de secano. En la zona sur de Chile con un período de sequía entre los meses de diciembre a marzo, es necesario contar con riego tecnificado o tipo auxiliar para favorecer el crecimiento de las plantas y desarrollo de los frutos como anteriormente señalado. Entre los meses de enero, febrero y marzo se producen las fases críticas del ciclo biológico anual del avellano, durante el cual una serie de procesos (crecimiento de brotes, del fruto, de la semilla, diferenciación a flor de las yemas, síntesis de elaborados) se sobreponen y pueden entrar en recíproca competencia. Sobre todo, si algunos de los factores productivos resultan limitantes. En zonas, más secas como el secano interior de Malleco (Lumaco, Purén, Los Sauces) y la zona de Angol y Renaico pueden causar el secado parcial de las hojas y en los casos más graves la caída anticipada de hojas, con consecuencias negativas sobre la productividad y calidad de las avellanas. Esta especie, tiene baja resistencia al estrés hídrico y por tanto, bajo condiciones de déficit

de agua disminuye la funcionalidad del sistema foliar y reduciendo la capacidad asimilativa de la copa de los árboles (Girona, 1987, Natali et al; 1988, Bignami y Natali, 1992, Mingeau et al; 1994 y Tombesi, 1994). Cabe destacar que en la zona sur de Chile, los aportes hídricos son en general efectuados en forma más bien empírica y a menudo en los huertos se realizan aportes de agua no adecuados a los requerimientos de los árboles, tanto por falta y comúnmente por exceso. El agua, es actualmente un recurso limitado en diferentes localidades de la zona centro sur y sur de Chile. Por ello, es necesario definir en base a datos objetivos el mínimo de aporte de riego a los árboles compatible con buenos resultados en términos de cantidad y calidad de frutos. Por este motivo INIA Carillanca tiene actualmente en curso investigaciones al respecto.

En los primeros años (fase de formación del huerto) el avellano presenta un aparato radicular superficial y poco desarrollado que no tiene capacidad de explorar amplias superficie del suelo. En esta fase, restituciones de volumen de agua superiores a la cantidad calculada en base a los coeficientes culturales que consideran el desarrollo de la copa, pueden acelerar la entrada en producción y el alcance de la fase de plena producción. Para el caso de los cultivares polinizantes es de gran importancia lo anterior, en particular el vencimiento de la fase juvenil. Esto permite la producción de órganos reproductivos (amentos) para contar con polen para la polinización de la variedad principal (Foto 30).

Foto 30. Huerto joven de avellano con sus cultivares polinizantes bajo condición de riego, zona de Pitrufquén, provincia de Cautín, Región de La Araucanía.

Cabe destacar, que bajo condiciones agroecológicas de las diferentes zonas plantadas con avellano entre la zona centro sur y sur de Chile, las precipitaciones anuales no garantizan un buen desarrollo de los árboles en los primeros años desde su establecimiento, produciéndose efectos negativos sobre el crecimiento de brotes, superficie foliar, diámetro del tronco y volumen de la copa.

Trabajos realizados en el extranjero, han determinado que la restitución del 75% de la evapotranspiración máxima del cultivo (ETM) ha permitido obtener un buen equilibrio entre el crecimiento vegetativo y cantidad, calidad de la producción (Bignami, et al; 1999).

El sistema de riego más difundido en el país es el de goteo. Estudios realizados en contenedores o macetas han demostrado que el estrés hídrico presenta efectos negativos sobre la fisiología y actividad vegetativa y reproductiva en los árboles de avellano. Lo anterior, indica la necesidad de humectar un mayor volumen de suelo mediante microaspersores (De Salvador y Monastra, 1997).

Cabe destacar, que por consecuencia de la sobre posición de las diversas fases de desarrollo del fruto del avellano con la actividad de crecimiento vegetativo, esta especie responde negativamente a la técnica de déficit hídrico controlado, utilizado en otras especies frutales para regular las relaciones entre crecimiento vegetativo y actividad reproductiva (Tombesi y Rosati, 1997; De Salvador y Monastra, 1997).

4.4. Laboreo del suelo

El laboreo del suelo se debe realizar desde la brotación de las yemas de los árboles y posteriormente. Dicha práctica consiste en la utilización de rastra en forma superficial (10-15cm) entre las hileras de plantación. Esta labor permite mantener el suelo libre de malezas y en el caso de huertos en fase de producción, es recomendable acondicionar el terreno para la cosecha mediante el uso de una trinchadora de sarmientos en la calle o entre las hileras de plantación (Foto 31). Para mantener el suelo libre de malezas sobre

la hilera de plantación se usan desbrozadoras o control químico con herbicidas. Las malezas de tipo perenne representan un serio problema que afecta el desarrollo de las plantas, en particular durante los primeros 1-4 años de vida del cultivo. Por ello, se recomienda la aplicación de herbicidas de contacto en los primeros dos años y a partir de la tercera temporada glifosato o sulfosato durante la primavera y previo a que las malezas inicien su receso (marzo –abril) antes de iniciar el laboreo del suelo en otoño (abril-mayo).

Foto 31: Trituradora de sarmiento usada para control de malezas y condicionar el suelo para la Cosecha

La aplicación de herbicidas presentan las siguientes ventajas:

- Reduce el tiempo utilizado en el control de malezas en forma manual
- Permite un mejor control de malezas y con ello favorece el desarrollo de los árboles.
- Facilita la cosecha mecánica de las avellanas.
- En suelos con mayor pendiente, el empleo de herbicidas a toda la superficie puede evitar la erosión en comparación al laboreo.

Los productos herbicidas utilizados en el cultivo del avellano son principalmente:

- **Herbicidas de preemergencia.** Estos presentan acción preventiva, son poco solubles en agua, permanecen un tiempo en la parte superior del suelo y tienen una persistencia larga. Cabe destacar, que la simazina es el herbicida de preemergencia más utilizado en el cultivo del avellano. Este producto no es recomendable aplicarlo en plantaciones de menos de 4 años. Después de su aplicación (2 días) es necesario una lluvia o riego para lograr un buen control del herbicida. En el caso de presentarse malezas ya emergidas y crecidas, es preferible aplicar el producto asociado a un herbicida de contacto o traslocación como Paraquat, Aminotriazol, otros. Al comenzar la aplicación con Simazina, se recomienda una dosis de 8 kg por hectárea, de un producto de 50% de Simazina. En el caso de suelos más ligeros, como los de tipo arenoso (ej. localidad de Renaico, Provincia de Malleco, Región de La Araucanía), se requiere disminuir la dosis a 4-6 kg por hectárea. En los años sucesivos es recomendable ir reduciendo la dosis. Cabe destacar, que el uso continuado de este herbicida provoca una contaminación peligrosa del medioambiente, en particular de las aguas subterráneas. Por ello, es conveniente utilizar dosis reducidas, y localizado sólo en la sobre hilera de plantación, disminuyendo de esta manera la contaminación que produce el producto.

- **Herbicidas de postemergencia:** Estos se aplican sobre malezas emergidas, son más solubles en agua que los herbicidas de preemergencia. Por ejemplo dentro de estos productos destacan Paraquat, Dicuat, Aminotriazol, Glifosato, Glufosinato y Sulfosato. El Paraquat es un producto que actúa por contacto, haciendo efecto en la zona en que se aplica. Se recomienda una dosis de 3 a 4 litros por hectárea de producto comercial del 20%, adicionado a un buen sulfatante. Es un producto de acción rápida, fácil manejo y no deja residuos a nivel del suelo. Se puede emplear como complemento a la Simazina para controlar las malezas que aparezcan durante la temporada. Este producto actúa necrotizando las partes verdes y no llega a las raíces de las malezas. Por ello, las malezas que tienen órganos de reserva subterráneos se pueden recuperar fácilmente. El Diquat, es un herbicida similar a Paraquat. Este último es más

indicado para malezas con hojas más estrechas y el Diquat para las de hojas más anchas. Otro producto, es Aminotriazol, herbicida sistémico, es decir absorbido por las hojas e incorporado al torrente de la savia de las malezas. Actúa bloqueando la formación de la clorofila, destruyendo raíces y órganos de reserva subterráneos de las malezas perennes. Es un herbicida de acción lenta (2 a 3 semanas), pero de buena persistencia. Se utiliza para las malezas que no controla bien el Paraquat y Diquat (ortiga, viola, etc).

El Glifosato es uno de los herbicidas que más se emplea, es sistémico y presenta un campo de acción muy amplio. Las dosis van de 2 a 6 litros por hectárea de un producto comercial de 36% de materia activa. Actúa sobre una gran cantidad de malezas consideradas difíciles de controlar para otros herbicidas. No se recomienda su aplicación en plantaciones de avellano de menos de 3 -4 años. El herbicida Glufosinato es un producto sistémico, de absorción foliar utilizado para el control de malezas anuales y perennes. La dosis de aplicación varía de acuerdo al tipo de maleza, entre 3 y 5 litros por hectárea de un producto comercial del 20% de ingrediente activo para las malezas más sensibles y entre 7 a 10 litros por hectárea para aquellas más difíciles de controlar, como por ejemplo correhuela. Este herbicida presenta una eficacia semejante al Glifosato para el control de dicotiledóneas (Bleo, Verónica, etc). Sin embargo, es inferior a Glifosato para el control de gramíneas, cardo, ortiga y lengua de gato. Por el contrario, tiene un mejor control para cola de caballo y correhuela respecto a Glifosato.

En relación al herbicida Sulfosato, presenta absorción foliar y tiene un amplio campo de acción. En general, presenta una eficacia similar al Glifosato.

- **Asociación de herbicidas.** En la práctica se pueden emplear en forma asociada diferentes tipos de herbicidas. Una asociación frecuente es la de un herbicida de preemergencia a base de Simazina y uno de postemergencia como el Aminotriazol. Estas asociaciones se recomienda aplicarlas a fines de invierno. Además, dentro del grupo de los herbicidas de postemergencia se puede emplear la asociación de Glifosato más MCPA.

MCPA se debe tener la precaución de realizar los tratamientos sin viento y con temperatura ambiental bajo los 28ºC.

El empleo de enyerbado entre hileras de plantación con leguminosas y gramíneas mantenidas a baja altura mediante segados y uso de cubiertas sintéticas sobre las hileras se está experimentando bajo las especiales condiciones agroecológicas del sur de Chile.

4.5. Protección del cultivo

4.5.1. Prevención de enfermedades.

En la zona centro sur y sur de Chile,la principal enfermedad del avellano corresponde a *Xanthomonas campestris*, causado por una bacteria que afecta principalmente árboles jóvenes, en particular plantas más débiles. Los daños se presentan fundamentalmente en brotes apicales nuevos y también en la corteza de los árboles cuando el ataque es más severo. Para la prevención de la enfermedad se recomienda realizar aplicaciones con sales de cobre, desde caída de hojas, con 2-3 aplicaciones durante el periodo de reposo y aplicaciones en primavera si las condiciones ambientales(bajas temperaturas y elevada humedad) son propicias para el desarrollo del patógeno. Adicionalmente, a la aplicación de productos a base de cobre, se puede efectuar un tratamiento en primavera con antibiótico (estreptomicina). No se recomienda efectuar más de una aplicación pues se podría producir resistencia al antibiótico. Cabe destacar que las plantas polinizadoras han presentado en general un desarrollo más lento que las variedades principales. Por ello, es necesario realizar un programa fitosanitario preventivo que permita evitar el ataque de la enfermedad, ya que si las plantas son atacadas se puede presentar un retroceso en su desarrollo afectando la entrada en producción de inflorescencias masculinas. Esto implica un atraso en la entrada en producción del huerto por falta de polen.

En los últimos años, particularmente durante la temporada 2009-2010, se ha determinado un fuerte ataque de este agente patógeno, debido a condiciones ambientales adversas y siempre más frecuentes (disminución de temperaturas, temporales violentos, granizos, heladas tardías, vientos muy

fuertes que causan heridas y condiciones prolongadas de elevada humedad relativa). Además de los tratamientos fitosanitarios preventivos, es recomendable realizar una fertilización equilibrada del huerto, idealmente incluyendo algunos productos foliares de última generación ricos en fósforo, que pueden activar las defensas naturales de las plantas (Foto 32).

Foto 32: Árbol de avellano con síntomas de ataque de Xanthomonas campestris

4.6.2. Prevención y control de plagas

Las plagas que atacan principalmente al avellano europeo se clasifican en plagas subterráneas y aéreas. Entre las principales plagas subterráneas cabe destacar *Aegorrinus sp* (Burrito), y en forma adicional con menor importancia el gusano blanco y la cuncunilla de las praderas. En plagas áreas las principales son el pulgón del avellano, sierra del manzano y chinche.

Las plagas subterráneas producen importantes daños a nivel de huertos lo que implica una menor vida útil de los árboles y una baja en los niveles de producción y calidad de la fruta. En avellano las plagas subterráneas son de origen nativo (principales hospederos son el hualle, maitén, notro, entre otros). La migración de estas plagas a cultivos comerciales como es el caso del avellano, ha ocasionado en esta especie daños a nivel radicular mediante anillados (estrangulamientos), incidiendo sobre un menor vigor de los árboles, baja en los rendimientos (50-70%) y calidad de la fruta y finalmente la muerte de los árboles en el mediano a largo plazo (4 a 5 años). En el caso de las plantas polinizadoras, se ve fuertemente afectada la producción de polen por un menor vigor de las plantas causado por el daño a nivel radicular y por daños en el área epigea de la planta, produciendo mermas en el desarrollo del árbol y finalmente una menor producción. Esta plaga ataca diversos árboles y arbustos frutales, donde estos insectos suben durante el día hacia la parte aérea de la planta para alimentarse del follaje tierno y bajan hacia la parte basal al atardecer, permaneciendo en ese sector. Los insectos oviponen al pie del tronco o levemente entierran sus huevos a la altura del cuello del árbol. Las larvas subterráneas se alimentan de las raíces gruesas o en el cuello del tronco, haciendo galerias superficiales al comienzo, para luego penetrar hacia el centro del leño donde suelen construir su cámara pupal rodeada de aserrín. Los adultos emergen del interior del árbol y del suelo durante la primavera para reiniciar su ciclo, son especies univoltinas, aunque su ciclo vital puede durar hasta 18 meses. Las larvas en sus últimos estadíos son muy voraces, provocando daños graves en el cuello de la planta y causando la muerte del fruta. La sintomatología del ataque del burrito se hace evidente en primavera y verano, cuando sus árboles presentan hojas pálidas, amarillentas, extremo de los brotes sin hojas y defoliación abundante o total. Los adultos se alimentan del follaje de la corteza tierna de las ramillas y/o de los amentos (flor masculina) en otoño, siendo el daño menor que el causado por las larvas. Sin embargo, en cultivares polinizantes, en particular en plantas jóvenes, se puede ver afectada la disponibilidad de amentos y por consiguiente de polen. Esto podría afectar la polinización de la variedad principal y por tanto, su productividad y calidad de la fruta (calibre) (Foto 33).

Aegorhinus superciliosus

Aegorhinus nodipennis

Foto 33. *Adulto y larva de Aegorhinus supercilliosus*

Otra plaga subterránea que afecta al avellano es el gusano blanco. Esta aprovecha galerías en el leño y come raicillas externas, además se ha observado que consume follaje del avellano. Por ahora no constituye un problema grave, pero en conjunto con los gusanos de los burritos forma un complejo de gusanos que pueden convivir. Al igual que los otros gusanos provoca daños a nivel radicular y en el follaje, afectando finalmente el desarrollo del árbol y su productividad y una baja calidad de la fruta (Aguilera, 2010. comunicación personal.

La prevención y control de estos organismos debe realizarse a través de un manejo integrado, debido a que el control químico siendo eficiente en un principio se ha visto que produce resistencia y baja eficiencia para la prevención y control de plagas. La necesidad de encontrar mecanismos que eleven la productividad de los huertos ha impulsado la búsqueda de estrategias de control de plagas agrícolas que sean alternativas y complementos eficientes al control químico que además impliquen un bajo riesgo ambiental y sanitario. De esta necesidad surge un nuevo enfoque denominado Manejo Integrado de Plagas (MIP) que retoma prácticas agrícolas antiguas y,

al mismo tiempo, incorpora nuevas tecnologías ambientalmente seguras. Entonces, la mejor alternativa para el control de plagas, se encuentra en el MIP, el cual no había sido considerado viable debido a la eficiencia mostrada por los insecticidas químicos.

El concepto de manejo integrado, supone la combinación de métodos con el objeto de lograr mejores resultados con un mínimo de impacto ambiental. Lo cual justifica la necesidad de un plan de integración de métodos.

Entre los tipos de manejo integrado de plagas se tienen prácticas culturales, control etológico, control biológico y control químico.

- **Prácticas culturales:** estas modifican el agro – sistema de tal forma que resulte menos propicio para el desarrollo de la plaga. En caso del avellano se pueden sembrar abonos verdes con propiedades biocidas y repelencia (crucífera y leguminosa –lupino amargo), y realizar control de malezas. La fecha ideal de siembra es en otoño, a objeto de lograr una mayor producción de biomasa y de compuestos biocidas.

- **Control etológico (físico – mecánico):** este tipo de control se refiere a la utilización de barreras físicas y/ o mecánicas que se pueden aplicar a los huertos de avellano.

- **Control biológico:** consiste en la introducción en los agroecosistemas de organismos que son enemigos naturales de las plagas. Este enfoque no pretende erradicar al organismo problema, sino mantener su población hasta un nivel que no interfiera con la producción de los árboles de avellano. Para esta especie, se están empleando entomopatógenos (hongos y nemátodos) que parasitan al estado larvario del burrito.

- Aplicación del manejo integrado de plagas: para desarrollar un manejo integrado de plagas en avellano europeo es necesario considerar las diversas tecnologías de control mencionadas precedentemente, y saber estimar el riesgo de la plaga de acuerdo con los estados de desarrollo del huerto y del período crítico de daño.

Para lo anterior, se debe realizar un muestreo a objeto de hacer un seguimiento a la población de la plaga, determinar si se debe actuar o no, cuándo y cómo.

Cabe destacar, que las técnicas de manejo integrado de plaga que contemplan control químico, biológico y físico mecánico tienen por fin lograr un efecto sinérgico entre ellas y por lo tanto, una prevención y control más eficaz de las plagas. En la actualidad los productores están realizando uso principalmente de control químico con alto costo y baja eficiencia, de manera especial para el control de estados larvarios debido a que los productos utilizados no logran llegar eficazmente al sitio donde se encuentran alojadas las larvas (en el cuello de los árboles). Lo anterior, se debe al desconocimiento de técnicas de aplicación adecuadas, productos eficaces, dosis de producto, momento de aplicación y número de aplicaciones.

Para el control químico de estados larvarios y adultos se recomienda emplear en conjunto con este, control biológico para parasitar estados larvarios y control físico –mecánico para evitar la llegada de adultos a ovopositar los árboles. Lo anterior, impide el aumento de las poblaciones de la plaga en huertos y el desequilibrio entre las distintas poblaciones de insectos en las especies de Aegorhinus.

En relación a plagas áreas, en la zona productora de avellanas del país se encuentra presente *Myzocallis coryli* (pulgón del avellano). Esta plaga aparece en primavera y permanece durante el verano. Los adultos tienen un tamaño de 1,5mm y se encuentran en el envés (cara inferior) de las hojas y sobre las yemas. En estas, se alimentan chupando los jugos.

El pulgón del avellano tiene color amarillo, habita formando pequeñas colonias en la parte inferior de las hojas. Este inverna como huevo. La plaga provoca menor vigor en los árboles, baja en la producción y calidad de la fruta. Lo anterior, debido a la savia que extraen de las plantas de avellano. Cabe destacar, que bajo las condiciones agroecológicas en que se cultiva el avellano en Chile existen enemigos naturales que permiten un buen control del pulgón. Sin embargo, en zonas de cultivo ubicadas en el centro sur y parte

norte de Malleco, Región de La Araucanía se presentan mayores ataques que en huertos ubicados más al sur debido a una mayor sumatoria de temperaturas en aquellas zonas ubicadas más al norte. No obstante, en la zona sur,en temporadas con mayores temperaturas se ha observado una mayor población de pulgones. INIA ha introducido enemigos naturales como un *microhimrnóptero (Tryoxis pallidus)* que, ha determinado un buen control de la plaga a nivel de huerto.

En las variedades polinizantes, un ataque fuerte de pulgones produce un debilitamiento de los árboles afectando el desarrollo de las plantas, menor producción de inflorescencias masculinas y por tanto, menor producción y disponibilidad de polen para lograr una buena polinización de la variedad principal. Lo anterior, afecta la producción y calidad de las avellanas. En relación a la calidad un ataque severo de pulgones incide en un mayor porcentaje de frutos con defectos (frutos chupados).

Foto 34. Población de pulgones en el envés de hojas de avellano, en c.v Barcelona, Ercilla, Región de La Araucanía, 2010.

4.5.3. Protección del viento

El viento es un factor que puede llegar a ser limitante para lograr un buen desarrollo de los árboles. Esto es particularmente importante en áreas más ventosas. Por ello, el uso de cortinas cortaviento es fundamental en el establecimiento de huertos de avellanos que tienen grandes hojas, afectadas por

laceraciones y también por caída de frutos. Adicionalmente, se producen crecimientos inadecuados, debido a la inclinación de los árboles, afectando su estructura, roturas en brotes, bajo crecimiento de brotes anuales y menor producción de amentos (flores masculinas) y, por ende de polen por parte de los cultivares polinizantes e imposibilidad de efectuar tratamientos fitosanitarios en el momento oportuno. En la zona sur los huertos deberían ser protegidos mediante mallas plásticas si no se cuenta con cortinas "vivas" establecidas con árboles.

Cabe destacar que en períodos nocturnos las cortinas provocan a menudo un descenso de la temperatura mínima, en alrededor de 1º a 2ºC. Por lo tanto, es necesario considerar este factor en zonas con ocurrencia de heladas tardías en primavera. En este caso, se recomienda utilizar cortinas con especies de hoja caduca. Como norma general, una cortina proteje aproximadamente la distancia de 4 veces la altura de la cortina.

Foto 35: Daño por viento, zona de Imperial, Región de La Araucanía.

5. Nuevas tecnologías de polinización

5.1. Polinización asistida o suplementaria

En el avellano se ha observado un marcado efecto de las condiciones térmicas sobre el tiempo de floración y grado de dicogamia, afectando significativamente la producción del huerto. Por ello, es fundamental elegir una adecuada cantidad, distribución y densidad de cultivares polinizantes en futuras plantaciones de esta especie para diferentes localidades. Adicionalmente, es posible recurrir a la polinización asistida o suplementaria, en particular en años con condiciones climáticas adversas que impiden lograr una buena producción, liberación y transporte del polen hacia las inflorescencias femeninas.

La polinización asistida o suplementaria es una técnica que permite complementar la polinización natural realizada por los cultivares polinizadores. Esta técnica se puede realizar durante el período de receptividad de las inflorescencias femeninas (estigmas), mediante la aspersión de polen en una solución acuosa o con mezcla de polen con partículas de talco o lycopodium. Se recomienda realizar 2 aplicaciones cada 15 días después del inicio de la floración femenina con dosis de 50 g de polen en 72 litros de agua o 50 g de polen en 5 Kg de talco inerte. En reemplazo del talco se puede emplear Lycopodium al 1%.Cabe destacar que trabajos de investigación realizados por INIA Carillanca han demostrado un efecto positivo de la polinización asistida en avellano europeo asperjando polen en una solución acuosa o en mezcla con talco o lycopodium (Foto 36).No obstante, el efecto de los tratamientos anteriormente señalados son similares entre si. A nivel de huerto comercial es recomendable realizar los tratamientos con soluciones acuosas ya que son más fáciles de aplicar usando un nebulizador con tractor para huertos grandes o nebulizador de espalda para plantaciones de menor tamaño y una máquina manual asperjado de polen para pequeños huertos (Foto 37). Esta técnica es interesante para complementar la polinización natural de las plantas polinizadoras, en particular bajo condiciones de clima no adecuada como ser exceso de lluvias durante el período de liberación del polen y receptividad de los estigmas o por situaciones con exceso de frío,

donde se pueden dañar los amentos. Dicha tecnología permite ampliar el cultivo a zonas de precordillera con excelentes condiciones de suelo, pero con mayores riesgos por daños producto del frío durante el periodo de floración masculina y femenina. Estos resultados concuerdan con trabajos realizados en Polonia (Ciesielska et al; 1994).

Foto 36: *Máquina manual para asperjar polen.*

Foto 37: *huerto de avellano, c.v Barcelona de 3º hoja polinizado a través de polinización suplementaria, en Pitrufquén, Región de La Araucanía.*

Además, se puede recurrir al uso de atomizador para provocar movimiento del aire ("viento artificial), aplicado sobre los cultivares polinizantes, en particular en días fríos que dificultan el desplazamiento natural del polen hacia las flores femeninas de la variedad principal o base. Este método, ha permitido mejorar significativamente la polinización y por ende los rendimientos (50%) de los árboles de avellano en la zona sur de Chile.

Por otro lado, para huertos pequeños de 1 – 2 ha es factible el empleo de amentos de cultivares polinizantes colgados en la parte superior y media de las ramas estructurales de las plantas. Esta técnica, ha permitido mejorar la polinización y rendimientos de las variedades comerciales en forma significativa (70%), en particular en huertos jóvenes con poca disponibilidad de polen de los cultivares polinizantes bajo condiciones climáticas especiales del sur de Chile (Foto 38)

Foto 38. *Empleo de amentos para polinización asistida o suplementaria en avellano*

Otra posibilidad es el uso de polinización electroestática cargando el polen con carga positiva (50kV) y aplicado con atomizador.

5.1.1 Recolección y conservación del polen

El polen se puede cosechar de amentos maduros. Este se puede almacenar de una temporada a otra a 2 – 4ºC en refrigerador (Foto 39).Se recomienda, disponer de plantas polinizantes donadoras o productoras de polen. Estos árboles, es recomendable manejarlos adecuadamente (riego, control de malezas –sierpes, nutrición, control de enfermedades y enfermedades, entre otros) para lograr una elevada producción de amentos y polen viable de alta calidad. En trabajos en curso, realizados por INIA Carillanca se ha determinado que el polen tiene capacidad de germinar y conservar su calidad para ser empleado de una temporada a otra. Además, se puede también recolectar amentos y cosechar el polen fresco durante la misma temporada de su aplicación o directamente amentos ubicados en ramas estructurales de la variedad principal. Este, método es sólo válido para pequeños huertos

Foto 39. *Recolección de polen*

6. Conclusiones

El cultivo del avellano ofrece una interesante alternativa a los empresarios agrícolas de la zona centro sur y sur de Chile, frente a los rubros tradicionales como la carne y cereales, de menor rentabilidad. Lo anterior, porque existe un mercado internacional con una demanda creciente y empresas exportadoras en el país y importadoras en el exterior que ofrecen atractivos precios a los productores.

Con este documento hemos intentado contribuir y dar respuesta a una serie de interrogantes de los productores de avellano en tópicos como polinización y manejo de los huertos, particularmente de los cultivares polinizadores a objeto de aumentar la producción y calidad de las avellanas para mercados de exportación. En la medida que los huertos establecidos y las futuras plantaciones incorporen nuevas tecnologías se logrará un aumento significativo en la eficiencia productiva de los árboles y en la calidad industrial de las avellanas y por ende en la competitividad del rubro.

Una adecuada elección del material vegetal, sitios de plantación, manejo agronómico y uso de nuevas tecnologías de polinización permitirá un salto significativo en los niveles de rendimiento y evitar en parte la alternancia en producción que caracteriza a este cultivo en todas las áreas productoras de avellano del mundo.

La zona sur de Chile, gracias a la Divina Providencia tiene condiciones de clima y suelo excepcionales para apuntar a un gran desarrollo del avellano y convertir al país en líder en producción de avellanas en Latino América y a su vez estar entre los primeros productores a nivel mundial debido a una creciente demanda por este tipo de fruta seca, especialmente en países del hemisferio norte como Italia, Alemania, Estados Unidos, entre otros. Cabe destacar, que son pocos los lugares del mundo que disponen de condiciones favorables para el desarrollo de la industria del avellano como Chile.

Por lo anterior, como país y regiones del sur tenemos una gran oportunidad y desafío histórico de posicionarnos como potencia en producción y elaboración de productos transformados de avellana.

Las regiones de la Araucanía, Los Ríos y los Lagos, serán las zonas que tendrán las mayores posibilidades de crecer en superficie y en volúmenes de producción. En el país deberíamos llegar a establecer sobre las 60.000 ha de avellano de acuerdo a las señales y demandas de la industria. Lo anterior, podrá ser posible por la excelente adaptabilidad de la especie a las particulares condiciones de clima y suelo de este vasto territorio, disponibilidad de recurso hídrico, suelos, agricultores emprendedores muy bien organizados y asociados a los Centros de Investigación como el INIA líder en investigación en este rubro que tiene y tendrá como norte dar respuesta a las demandas tecnológicas de los productores e industria agroalimentaria a objeto de contribuir en la transformación de Chile en una potencia agroalimentaria en los próximos años como es la voluntad y meta del supremo gobierno de Chile. Adicionalmente, el país tiene políticas económicas adecuadas, estabilidad política, y confianza empresarial. Esto, presenta una enorme ventaja frente a otros países, en particular de naciones del Cáucaso que formaban parte de la ex Unión Soviética que, a pesar del desarrollo del cultivo, presentan una gran inestabilidad política y falta de seguridad para los empresarios.

7. GLOSARIO

Amentos: Flores unisexuales masculinas, agrupadas en un eje a lo largo del cual se distribuyen las flores individualmente.

Andrógino: La flor femenina en un cultivar, presenta receptividad de polen en forma más temprana a la liberación del polen por la flor masculina.

Anteras: estructuras sexuales de la flor masculina que contiene los granos de polen. Parte fértil del estambre, que produce el polen.

Brácteas: estructura que nace en el pedúnculo de algunas flores.

Corola: corresponde a la segunda envoltura de la flor. Esta constituida por una serie de hojas modificadas a las que se les da el nombre de pétalos. Suelen ser más grandes que los sépalos y de color llamativo, ejerciendo como éstos otras funciones, además de la protección de los órganos sexuales, como su perfume y color.

Adenosin difosfato: (ADP): Compuesto importante del intercambio energético de la célula.

Adenosin trifosfato (ATP): Compuesto que actúa como intercambiador de energía en la célula, capturando la energía que se libera en la respiración celular(la cual se conserva en los enlaces fosfato); su energía se puede utilizar en muchos procesos celulares, como síntesis de almidon, o proteínas, captación iónica, etc.

Alelo: Uno de los dos o más estados alternos en los que se pueden encontrar un gene, y que ocupan la misma posición en cromosomas homólogos.

Alelos múltiples: Serie o conjunto de alelos que controla la expresión de una característica.

Aminoácido: Molécula orgánica que contiene un grupo amino y otro carboxilo. En los 20 aminoácidos comunes que conforman la proteínas, el grupo amino se encuentra unido al átomo de carbono alfa vecino del grupo carboxilo. (su fórmula general es: RCHNH2 (COOH).

Antesis: Época de pleno florecimiento, cuando las anteras de la flor se expanden y se libera el polen.

Auxina: Compuestos que se caracterizan por tener la capacidad de inducir la elongación de los tallos.

Axila: Ángulo agudo en que la hoja se une al tallo.

Bráctea: Hoja modificada, relacionada con una flor.

Cáliz: Nombre colectivo de todos los sépalos de una flor.

Cohesión: Atracción que existe entre moléculas similares (ej. La fuerza que mantiene unidas a las moléculas de agua en una columna bajo tensión).

Corola: Parte de la flor formada por los pétalos.

Cromátida: Uno de los dos filamentos (unidos por el centrómero) de un cromosoma, según aparece este último en la profase y metafase durante la mitosis.

Cromatina: Red de material cromosómico en los núcleos que no se encuentran en proceso de división, contiene el DNA y las histonas.

Cromosoma: Cuerpo nuclear definido que deriva de la cromatina y que porta los genes. Por lo general, los cromosomas son conspicuos durante la profase, y se separan longitudinalmente en cromátides, durante la metafase de la mitosis.

Ecotipo: Planta que posee características especiales (comparada con los demás miembros de su especie), las cuales están controladas por factores genéticos y que son relativamente independientes del medio.

Edafoclimáticas: Conjunto de características de suelo y clima que en forma asociada permiten definir un área determinada.

Endosperma: órganos de reserva que tiene su origen en la fusión de los dos núcleos haploides del saco embrionario con el segundo núcleo generativo del polen.

Entomopatógenos: Se refiere a organismos que parasitan (controlan) a insectos.

Escamas: Tanto hojas modificadas que rodean y protegen el meristema apical del vástago, como pequeños fragmentos con forma de plato de material que componen la pared celular y que rodean las células de algunos protistas y algas.

Especie: Conjunto de individuos estrechamente relacionados que por lo general se entrecruza libremente; unidad de clasificación (taxón) que se encuentra por debajo del género.

Estambre: Estructura que produce el polen (masculina) en las flores.

Estigma: Parte Terminal del carpelo que se encarga de recibir el grano de polen.

Estípula: Apéndice similar a una hoja que se encuentra a cualquier lado de la parte basal de las hojas.

Estilo: Porción alargada y estéril del carpelo que se ubica entre el estigma y el ovario.

Hijuelos: Se refiere a la emisión de retoños a partir de yemas adventicias situadas en las raíces o en la corona de la planta.

Homógama: Se refiere a la sincronía (coincidencia) entre la liberación de polen por la flor masculina y receptividad de polen en la flor femenina en un cultivar

Fecundación: Fusión de dos gametos que origina un cigoto. Los granos de polen transportados por el viento a los estigmas germinan emitiendo un tubo polínico; este se desarrolla en el interior de los tejidos del estilo hasta llegar a un óvulo y después al saco embrionario, en el interior del cual vierte los dos núcleos destinados a fusionarse respectivamente con la oosfera y con el núcleo diploide del endosperma. La unión de un núcleo espermático con él de una oosfera es una condición esencial para la realización del acto fecundativo (gamia). Una vez producida la fecundación el óvulo fecundado se transforma en semilla.

Fotosíntesis: proceso que utiliza la energía luminosa para sintetizar una sustancia nutritiva, la glucosa a partir de moléculas de agua y gas carbónico: Las plantas utilizan la glucosa para sintetizar almidón(reserva energética) y la celulosa con la que se forman las paredes celulares.

Fruto: Ovario maduro con o sin estructuras accesorias.

Gameto: Célula reproductiva primaria que se fusiona con otro gameto para producir un cigoto, célula sexual: espermatozoide (masculina) u óvulo (femenina).

Gametofito: Organismo que se forma a partir de los productos de una división meíotica (esporas); produce los gametos.

Gene: Unidad de herencia que controla uno o más caracteres hereditarios, actualmente se sabe que se ubica en los cromosomas y que están formados de núcleo proteínas (siendo más significativa, probablemente, la parte del ácido nucleico DNA).

Glomérulo: inflorescencia muy contraida y con forma globosa.

Grano de polen: Microgametofito de las angiospermas formado por una célula vegetativa que formará el tubo polínico, y la célula generatriz.

Inducción: Fenómeno en el cual se puede provocar (inducir) alguna respuesta (por ejemplo, la floración de las plantas) de un organismo por medio de cierto tipo de tratamiento (por ejemplo, una condición ambiental como la longitud del día); la respuesta continúa o incluso aparece por primera vez, después de que termina el tratamiento.

Inflorescencia: Parte del vástago que porta las flores; disposición de las flores en un vástago.

Involucro: Estructura formada por un conjunto de brácteas.

Meiosis: Tipo de división celular en el que cada una de las cuatro células hijas producidas cuenta con la mitad del número cromosómico que tenía la célula madre; en plantas produce las esporas.

Metafase: Fase de la mitosis en la que los cromosomas se alinean a lo largo de la porción central (ecuador) del huso mitótico.

Mitosis: División del núcleo celular en la que se producen células hijas que poseen el mismo número cromosómico que la célula original.

Monoico: Planta cuyos órganos sexuales femeninos y masculinos se ubican en flores separadas de la misma planta.

Ovario: Porción del carpelo o pistilo que contiene el óvulo.

Oviposición: Acción de depositar los huevos por un insecto adulto.

Óvulo: Gameto femenino.

Pericarpio: Pared del ovario completa y desarrollada que se encuentra en el fruto.

Perianto: El cáliz y la corola de una flor, separados o no.

Población: Miembros de una sola especie que se ubican dentro de un área específica, y considerada durante un periodo determinado.

Polinización: Transferencia de los granos de polen desde la antera del estambre hasta el estigma del carpelo.

Profase: Fase de la división celular en la que se hacen visibles los cromosomas y la membrana nuclear desaparece.

Proteína: Molécula relativamente grande compuesta por aminoácidos, unidos por medio de enlaces peptídicos.

Protándrica: Se refiere a un cultivar en que la flor masculina libera el polen antes que la flor femenina esté receptiva.

Protógina: Se refiere a un cultivar en que la flor femenina se encuentra receptiva antes que la flor masculina se encuentre liberando polen.

RNA (ácido ribonucleico): Molécula compleja presente tanto en el núcleo como en el citoplasma, que tiene varias formas que resultan importantes en la síntesis de las proteínas.

Tricoma: Pelo que se encuentra en la superficie de un tallo u hoja; se puede tratar de una estructura unicelular o multicelular compleja.

Tubo polínico: Tubo que se forma por la germinación del grano de polen.

8. BIBLIOGRAFIA

Bignami C y Natali (1992). Relazione idriche e fotosintesi di alcune specie da frutto. Atti delle Giornate Scientifiche S.O.I; 174-175.

Bignami C; De Salvador R y Srtamboli G (1999). Aspetti agronomici e prospettive di valorizzazione della coricoltura italiana. Fruticultura Nº 11, p. 16-27.

Ciesielska J; Tylus; K y Codles; A 1944. Impollinazione supplementare del noccioleto, Acta Horticulturae, pp 351: 275-281.

Corte M; Botta R; Valentín N; Me G y Ghiardello D (2009). Fertilizzazione del nocciolo: risultati di un´indagine quinquennale per l`ottenimento di produzioni di qualitá. Ricerca Applicata in Coricoltura, Creso p.17-25.

Ellena M y Montenegro A; (2006): establecimiento del huerto, p. 61-70. Boletín INIA-Nº135.

Ellena M; Montenegro A y Rombolá A(2006). Gestión del suelo. Boletín INIA Nº 135, p. 83-107.

Ellena M, Alvear y Bustamante C (2007). Effect of the different managament techniques of the soil in the plantation line concern to vegetative behavior, chemical, pysical and biological factors of the soil c.v Barcelona (Corylus avellana L)in the south of Chile.

Ellena M (2010). Efecto de la época de plantación sobre parámetros vegetativos en avellano europeo (Corylus avellana l.), en prensa.

Girona J. (1987). El riego de los frutos secos: fruticultura profesional, 11, 23-38.

Heslop – Harrison (1975). Incompatibility and the pollen –stigma interaction. Anual Review of Plant Physiology 26: 403-425.

INN- Chile, 1999. Norma chilena NCH 2060-1999; suelos –muestreo para análisis de fertilidad. 1º edición 9 p.

Mehlenbacher S. A (1997). Testing compatibility of hazelnut crosses using fluorescence microscopy. Acta Hortic. 445: 167-171.

Mingeau M; Ameglio T; Ons B; Rousseau P. (1994). Effects of water stress on devepment grown and yield of hazelnut trees. Acta Horticulturae, 445, 39-48.

Marangoni B (1998). L`informatore Agrario, p. 27-28.

Natali S; y Bignami C y Gonzales M.J. (1998). Efetti dello stress ídrico sul potenziale ionico fogliare sulla traspirazione e sulla fotosintesi in Corylus avellana L. Irrigazione e drenaggio, 3 118-123.

Olsen J. (1997). Nitrogen management in Oregon hazelnut. Acta Horticulturae, 445, 263-268.

Tombesi A (1994). Influence of soil water levels on assimilation and water use efficiency in hazelnut. Acta Horticulturae, 351, 119-122.

Tombesi A; y Rosati A. (1997). Hazelnut response in water levels in relation to productive cycle. Acta Horticulturae, 445, 269-278.

Roversi A. (2007). Aspetti agronomici e varietali della coltivazione del nocciolo. Noticiario tecnico Nº 75, p 29-36.

Rovira M y Tous J (2007). Material vegetal. El conreu de l´avellaner p 25-36.

Santacana J; Gil J.F. y Santos J. (2007). Conreu del sol. Herbicides. El conreu del´avellaner p. 112-117.

Ughini V; Sonnati C; Malvicini GL; Roversi A Faciotto G y Bergante S (2009). Ecosostenibilitá della potatura mecánica del nocciolo e convenienza al recupero delle biomasse prodotte. CreSO- Consorcio di Recerca, Sperimentazione e Divulgazione per l´Ortofrutticoltura Piemontese p. 26-44.